

Б. СЕРГЕЕВ

ЖИЗНЬ ОКЕАНСКИХ ГЛУБИН

Б. СЕРГЕЕВ ЖИЗНЬ ОКЕАНСКИХ ГЛУБИН



Б. СЕРГЕЕВ

ЖИЗНЬ ОКЕАНСКИХ ГЛУБИН



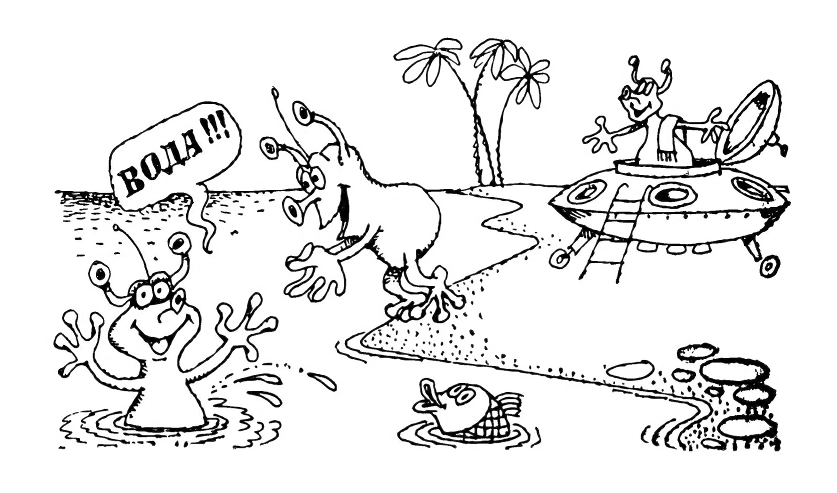
МОСКВА
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»
1990

ББК 28.082
С 32

Художник *К. Мошкин*

С $\frac{1901000000-239}{078(02)-90}$ 243—90

ISBN 5-235-00811-1



САМОЕ УДИВИТЕЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО (ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ)

Мы, земляне, уроженцы уникального космического объекта, хотя обычно этого не осознаем. Между тем наша планета по ряду показателей действительно резко отличается от других планет Солнечной системы. Возьмем хотя бы температуру. Поверхность Меркурия, который находится слишком близко от Солнца, «днем» накаляется так, что там плавится свинец. Еще горячее поверхность Венеры, но уже в силу парникового эффекта ее атмосферы. Напротив, на Уране и Нептуне, находящихся на значительном расстоянии от нашего дневного светила, царит холод порядка —200 градусов.

Велика разница в величине планет, а следовательно, в силе гравитации на их поверхности. Плутон, Меркурий и Марс в сотни раз меньше Юпитера и Сатурна. Земля и Венера по своей величине значительно ближе к малым планетам, чем к гигантам Солнечной системы. Это обстоятельство накладывает ряд серьезных ограничений на возможность возникновения и развития жизни на большинстве планет Солнечной системы. Сила тяготения на малых планетах настолько низка, что неспособна удержать молекулы газообразных веществ. Поэтому Плутон и Меркурий или не имеют собственной атмосферы, или она у них еще более разрежена, чем на Марсе. С дру-

гой стороны, сила гравитации крупнейших планет такова, что если бы человек ступил на их поверхность, то был бы раздавленным тяжестью собственного тела.

Существенно различаются планеты по содержанию в их атмосферах свободного кислорода и по целому ряду других показателей. Однако мне хочется акцентировать внимание читателя лишь на одном: на наличии или отсутствии особого уникального вещества — воды, которое оказало решительное влияние на судьбу Земли.

Первое, что заметил бы любой инопланетянин, прибывший к нам из соседней галактики, это обилие воды. Даже нас, коренных землян, бескрайность океанов порою поражает. На других планетах Солнечной системы ничего похожего не встретишь. На их поверхности жидкая вода вообще отсутствует. Пары — пожалуй, кристаллики льда — возможно, но жидкая вода — разве что где-нибудь в толще грунта.

Мы давно привыкли к обилию воды. На Земле она окружает нас всюду. Грубые подсчеты показывают, что 3/4 поверхности планеты покрыты водою. Правда, кое-где она спрятана под коркой льда и снега. Но лед и снег — это та же вода, только твердая. Кроме того, корка твердой воды постоянно закрывает 1/5 часть суши. Мало того, огромное количество воды содержит атмосфера планеты. Ведь около половины неба постоянно закрыто облаками, а это не что иное, как крохотные капельки, кристаллики или пары воды. Однако и там, где в небе редко появляются облака, воздух всегда содержит небольшое количество водяных паров.

Вода — самое обыденное и в то же время самое удивительное вещество на нашей планете. Она обладает рядом необычных, неожиданных свойств. Даже сама обыденность воды необычна. Никакое другое вещество не встречается на Земле в таких количествах, да еще одновременно в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном!

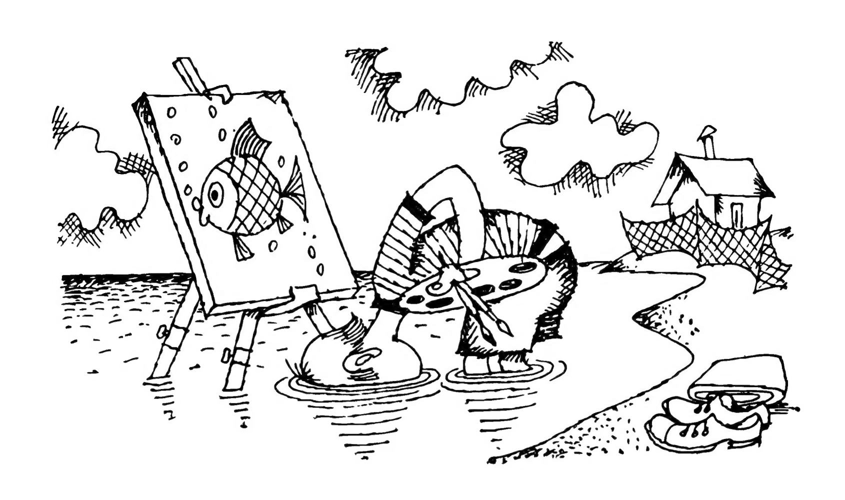
Одно из важнейших свойств воды — ее необычайно высокая теплоемкость. Она выше, чем у любых из известных нам веществ. Теплоемкость воды в 2—2,5 раза выше, чем у большинства жиров, в 5 раз выше гранита, в 10 раз выше, чем у железа. Нагреваясь под воздействием солнечных лучей, вода поглощает очень много тепла, а затем, остывая в темное время суток, отдает

его атмосфере. Иными словами, вода создает прекрасные условия для складирования тепла, а посему океаны и моря, все другие большие и малые водохранилища, а также пары атмосферы выполняют на нашей планете роль аккумуляторов тепла. И это серьезнейшим образом отразилось на климате Земли. Только благодаря огромным запасам воды у нас не бывает таких резких температурных скачков, какие возможны на Марсе, где свободной воды практически нет.

Климат нашей планеты зависит от запасов воды. Если бы атмосфера не содержала водяных паров, космический холод давным-давно добрался бы до ее поверхности. Окружающая Землю газовая атмосфера как шуба укрывает ее от стужи открытого космоса, не давая остыть, а роль теплой ватной подкладки, делающей шубу по-настоящему добротной, играют водяные пары.

И все-таки Земля в конце концов промерзла бы на значительную глубину, не обладай вода другим уникальным свойством: менять свой объем при изменении собственной температуры. Как известно, все добропорядочные вещества при нагревании расширяются, а при охлаждении — сжимаются. Вода уклоняется от этого правила. Охлаждаясь до отрицательных температур и переходя из жидкого состояния в твердое, то есть превращаясь в лед, она резко увеличивает объем. Поэтому удельный вес льда существенно меньше, чем воды, и он не тонет, а остается плавать на поверхности водоемов. Представьте, что стало бы с нашей планетой, будь лед тяжелее воды. В этом случае льдинки, возникающие на поверхности океана, тотчас исчезали бы в его пучине и скапливались на дне. Постепенно вся вода превратилась бы в лед. Из земной атмосферы исчезли бы водяные пары, и нашу планету, лишенную теплоизоляции, охватил бы вечный холод.

Вода занимает в биосфере совершенно исключительное положение, так как без нее невозможна жизнь. Все химические реакции в каждой клеточке тела любого животного или растения идут между растворенными в ней веществами. Это очень важное обстоятельство, но здесь во главу угла будет поставлено другое: способность морей и океанов создавать совершенно уникальную среду обитания для огромного количества самых различных живых организмов.



Портрет

ФАСАД

Океан... Нужно ли объяснять, что это такое? Словом «океан» принято обозначать водную оболочку нашей планеты, в «дыры» которой высовываются земные континенты и бесчисленные острова. Видимо, такое определение вполне достаточно, чтобы все земляне поняли, о чем идет речь. А вот о том, каков океан, придется рассказать немножко подробнее.

Все бескрайнее пространство океанской воды географы подразделяют на 3—5 или даже 7 самостоятельных океанов, естественно, не имеющих между собою достаточно четких границ. Из них канонически признанными являются только Атлантический, Индийский и Тихий. В нашей стране принято выделять как вполне самостоятельный Северный Ледовитый и, что более спорно, Южный океаны. А по более древним традициям Атлантический и Тихий океаны делят на северную и южную половины. Некоторые части океана, отграниченные сушей, хотя бы цепочками островов, обозначают как отдельные самостоятельные моря. Официально признаны 54 моря. На территории некоторых крупных морей выделены внутренние моря. Например, в состав Средиземного моря входит 7 внутренних морей, таких, как Адриатическое, Ионическое, Черное, Азовское, Тирренское, Мра-

морное и Эгейское. Саргассово море, открытое и поименованное одним из последних, не омывает непосредственно ни один из материков.

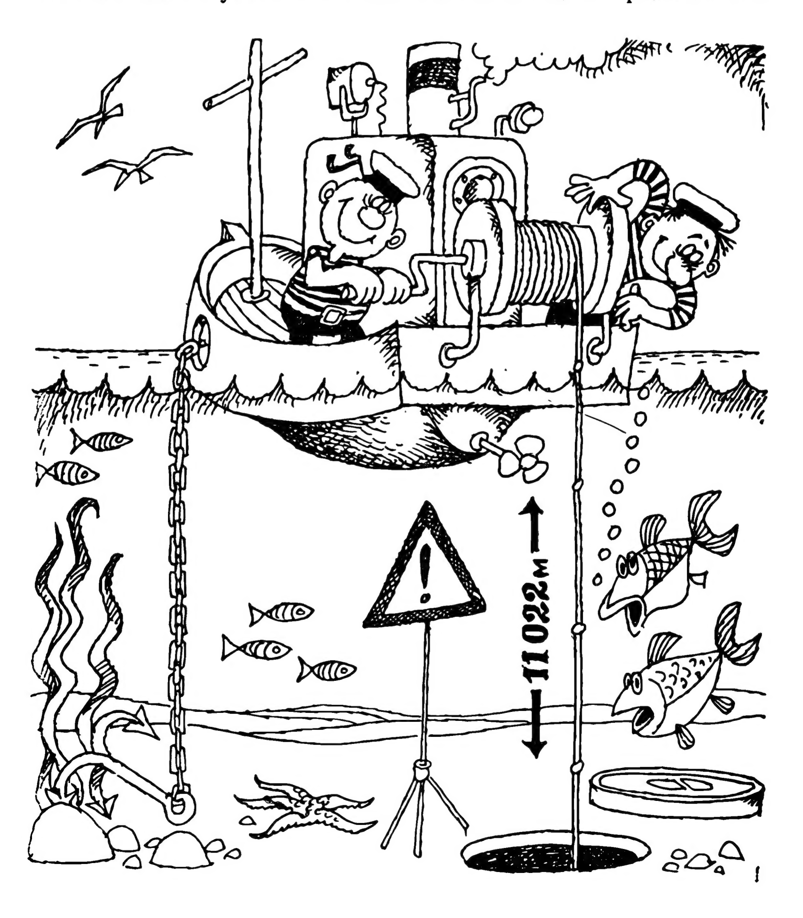
Мировой океан покрывает почти 71 процент земной поверхности. В нем сосредоточено 97 процентов мировых запасов свободной воды. В абсолютных цифрах это составляет 1368 миллионов кубических километров. Чтобы было понятно, как это много, приведу такой пример. Если на Земле срыть все горы и вообще всю сушу, поднимающуюся над поверхностью моря, чтобы сделать землю гладким шариком, то этого «мусора» — срытой горной породы, окажется не так уж много, всего 76 миллионов кубокилометров, то есть чуть ли не в 20 раз меньше, чем океанской воды!

Если продолжить сравнения, придется признать, что поднятия суши менее грандиозны, чем океанские впадины. Большая часть поверхности земных контитентов не поднимается выше 2000 метров над уровнем моря, тогда как средняя глубина Мирового океана оценивается в 3550—3730 метров. И если над поверхностью суши возвышается лишь несколько восьмитысячников, горных вершин, немного превышающих восьмикилометровый рубеж, то океанских впадин, глубина которых значительно превышает 10 километров, известно больше десятка, а самая глубокая из них, открытая в 1957 году экспедицией на флагмане советского исследовательского флота «Витязе», 11 022 метра! Нужно сказать, что океанское дно мы знаем пока неважно. Не исключено, что в дальнейшем в океанской бездне будут обнаружены и более глубоководные пропасти.

Океан обладает такой общностью физических свойств, что расценивается как единый биотоп, то есть на всем своем протяжении он создает сходную среду для обитающих здесь живых организмов. Это, конечно, не значит, что условия жизни в любых его точках абсолютно одинаковы. Напротив, в Мировом океане существует определенная зональность. Изменение физических свойств зависит от географической широты, в пределах которой расположена данная зона, удаленности ее от ближайших континентов и, конечно, от глубины. Однако изменения физических характеристик происходят здесь менее резко, чем на суше, да и их размах в океане не столь велик.

Обычно континенты окружены материковой отмелью, которую океанографы называют континентальным шельфом. Она представляет собою как бы затопленную часть материков. Действительно, в период последнего оледенения такое огромное количество воды превратилось в лед и скопилось на суше, что океан повсеместно обмелел (16—18 тысяч лет назад его уровень был на 120 метров ниже современного) и с тех пор продолжает подниматься в среднем на 7—8 сантиметров в столетие, отвоевывая у континентов все новые районы.

Для материковой отмели характерно, что глубина океана здесь увеличивается постепенно, в среднем все-



го на 1,5—2 метра на протяжении целого километра. Начинается шельф от береговой кромки, а его внешним краем является то место, где уклон дна резко возрастает. Принято условно считать, что внешний край шельфа располагается на глубине 200 метров. Однако в действительности резкое понижение дна может происходить где-то на глубинах от 18 до 500 метров. Ширина континентального шельфа тоже величина непостоянная. Она колеблется от 0 до 1500 километров, что в среднем составляет 70—80 километров.

Внешний край материковой отмели переходит в континентальный склон. Здесь наклон морского дна в 20—25 раз больше, чем на шельфе, и в среднем составляет 3—5 градусов. Однако местами он бывает значительно круче. У восточного побережья острова Шри-Ланка наклон достигает 30 градусов, а в некоторых районах побережья Флориды даже 45. В отличие от континентального шельфа дно в районе материкового склона сильно изрезано. Нередко склон опускается в океанскую бездну уступами или широкими террасами и бывает рассечен поперечными каньонами, разломами или грядами скальной породы.

Ширина континентального склона всего 15—30 километров, но благодаря большой крутизне дно на этом коротком участке успевает опуститься до глубины 2000—3000 метров. У его подножия начинается океанское ложе, главная часть океана, где встречаются его предельные глубины и где он хранит свои наиболее сокровенные тайны. В общей сложности океанское ложе занимает 75 процентов океана. Оно покрыто слоем мягких осадков, толщина которых иногда достигает 1000 метров, а в глубоководных впадинах может быть еще значительнее. Особенно заметны скопления осадков у подножия материкового склона. Они возникают потому, что мягкие породы смываются со склона к его основанию.

Осадки образуются из взвешенного в воде материала, из почвы, глины и песка, которые выносят в моря и океаны реки, затаскивают ледники, сдувают с континентов ветры. К ним присоединяются вулканический пепел и космическая пыль. Немаловажную роль играют скелеты и раковины морских организмов. Некоторые виды осадков возникают химическим путем из растворенных в воде веществ.

Наиболее характерным видом осадков является ил. Он образуется благодаря оседанию на дно крупинок органического вещества и глин. В нем преобладают частички величиной от 0,01 до 0,06 миллиметра. Поэтому ил обладает значительной вязкостью. Из обломков крохотных раковин и пропитанных солями кальция наружных покровов мельчайших ракообразных возникают известковые илы. Кремневые илы образуются из наружных скелетов одноклеточных организмов — радиолярий и двустворчатых панцирей микроскопических водорослей диатомей. Такие илы встречаются лишь в районах, где океан богат жизнью. На глубинах больше 4500 метров осадки состоят главным образом из красных глин. Известковые осадочные породы на таких глубинах не образуются, так как здесь нормальные карбонаты (соли угольной кислоты), в том числе кальциты — карбонаты кальция, растворяются в морской воде.

Взвешенный в воде осадочный материал переносится по необозримым водным просторам океаническими течениями. Крупнозернистый песок, галька и щебень, камни и даже огромные валуны приносят в океан айсберги. Когда лед тает, они падают на океанское дно. Быстрее всего со скоростью от 1 до 4 сантиметров за 1000 лет увеличиваются известковые осадки. В глубоководных районах накопление осадочных материалов происходит медленнее, так как крупные взвешенные частички успевают попасть на дно еще до того, как течения достигнут глубоководных впадин, а красные глины образуются здесь со скоростью 1 миллиметра в тысячу лет!

Океанское ложе не является однообразной скучной равниной, какой чаще всего бывает материковая отмель. Горные хребты, отдельно стоящие горы, цепочки подводных холмов делят его на плоские или холмистые участки. Вблизи материкового склона нередко располагаются цепочки островов и глубоководные узкие долины, которые принято называть желобами. Особенно грандиозны срединно-океанические хребты. Они протянулись через все океаны по их осевым линиям, в том числе через Северный Ледовитый океан, и представляют собой единую систему. Общая длина этих подводных гор с центральными горными долинами превышает 60 000 километров. Всемирную горную систему дополняют хребты вулканического происхождения, которые

нередко тянутся на тысячи километров. Они обычно разделены на отдельные участки глубокими поперечными разломами. Над хребтами то гуще, то реже взмывают ввысь отдельные горные вершины. Иногда они поднимаются над поверхностью воды и становятся островами. Кроме того, по всему океану разбросаны отдельные подводные горы или небольшие группы гор, чаще всего вулканического происхождения.

Если горы имеют крутые склоны, они свободны от осадков. Здесь им не удержаться. Однако встречаются горы и с большими плоскими вершинами, диаметром до 40 километров. Чаще всего это бывшие острова, опустившиеся в пучину океана, так как океанское дно не смогло выдержать их непомерной тяжести. В Атлантическом океане примерно в 500 километрах от побережья Америки находится подводная гора Кобб высотой 2 700 метров. Ее вершина всего на 33 метра не достигает поверхности воды. Особенно много плосковершинных гор в Тихом океане. Считается, что гор в Мировом океане не менее 10 тысяч.

В океанах сколько угодно временных и постоянных течений различного направления и скорости, они создают местные и глобальные круговороты, перенося подчас огромные массы воды. Окружающие водные массы тоже могут вовлекаться в движение. В Северном полушарии движение воды происходит по часовой стрелке, в Южном — в противоположном направлении. Характер поверхностных течений складывается благодаря взаимодействию господствующих пассатных ветров, дующих по обе стороны экватора с востока на запад и вызывающих аналогичное перемещение водных масс, и сил Кориолиса, возникающих за счет вращения Земли. Воздействуя на движущиеся частицы воды, в Северном полушарии они отклоняют их вправо, а в Южном — влево. Но первопричиной движения воздуха, а следовательно, и океанской воды, является солнечное тепло, осуществляющее энергетическое обеспечение этих крупномасштабных круговоротов.

Солнечные лучи, нагревая поверхностный слой воды, одновременно приводят к снижению ее плотности. В тропической зоне океанов постоянно создаются обширные районы с пониженной плотностью воды, вследствие чего их уровень может оказаться на полметра вы-

ше, чем в зоне более умеренного климата. В результате из области с малой плотностью морская вода как с горки стекает в область с более плотной водой. В приполярных областях возникают вертикальные течения. Здесь морская вода, охлаждаясь у поверхности и потому приобретая большую плотность, опускается в придонные районы и может явиться причиной возникновения глубинных горизонтальных течений.

Взаимодействие сил лунного, солнечного и земного притяжения вызывает регулярные подъемы и спады воды. Особенно значительно влияние Луны. Хотя ее размер (точнее масса) и соответственно гравитационное воздействие невелики, зато она находится так близко от Земли, что здесь ее влияние в два раза сильнее солнечного. Именно гравитационное влияние Луны и вызывает приливы. Наибольшей величины они достигают, когда Луна, Земля и Солнце располагаются вдоль одной прямой, что происходит во время новолуния или полнолуния, и влияния дневного и ночного светил взаимно усиливаются. Напротив, когда Луна находится в первой или третьей четверти, ее гравитационные силы противоположны солнечным и частично гасят друг друга, а величина приливов бывает минимальной. Лунные воздействия не могут не сказываться на океанических течениях. Давно замечено, что скорость перемещения воды непостоянна и может меняться даже в течение суток. У Гольфстрима она становится максимальной через три часа после кульминации Луны и в то время, когда Луна находится над экватором.

О постоянных морских течениях европейцы узнали относительно недавно. Даже Гольфстрим обнаружили лишь в начале XVI века. В Атлантическом океане насчитывается шесть крупных круговоротов. Столько же в Тихом океане. В Индийском океане, где происходят сезонные изменения направления муссонных ветров, количество и направление крупных водных круговоротов меняется по сезонам года. Зимой в северной его части наблюдается четыре круговорота, а летом только три. Круговороты Северного и Южного полушарий нередко образуют симметрично расположенные гомологические пары. Границы между этими круговоротами имеют широтное направление.

К наиболее известным относятся западные погранич-

ные течения: Гольфстрим в Атлантике и Куросио в Тихом океане.

Гольфстрим начинается где-то в Карибском море, а затем, выйдя к берегам США и обогнув побережье штатов Флорида, Джорджия, Южная и Северная Каролина, сворачивает на восток, пересекая океан. Вдали от берегов Гольфстрим «теряет уверенность». Здесь его путь постоянно меняется и делает крутые петли (меандры). Иногда они замыкаются в кольца, отшнуровываются от основного течения и существуют сами по себе 3—5 лет, медленно дрейфуя к югу. Ширина Гольфстрима достигает 125—175 километров. Скорость движения в срединной части русла приближается к 10 километрам в час. Морская река в самом быстром месте переносит в секунду 30—100 миллионов кубометров воды.

Куросио более постоянно, но и оно пользуется двумя руслами. Переход в резервное русло занимает несколько месяцев. Затем главная тихоокеанская река много лет подряд течет по избранному пути.

У восточных берегов Тихого океана наиболее значительны Калифорнийское и Перуанское, а в Атлантике — Бенгельское течения. В тропической зоне обоих океанов преобладающими ветрами являются пассаты. Между областями пассат Северного и Южного полушарий располагается штилевая зона. Фактически она находится в Северном полушарии между 3 и 10 градусами северной широты. Соответственно зоне ветров северная и южная экваториальные реки текут на запад, а между ними в обратном направлении несет свои воды еще одна океанская река — экваториальное противотечение.

Мощные океанские реки текут и в полярных областях планеты. Воды Ледовитого океана медленно движутся против часовой стрелки. На выходе из этого океана находятся мелководные зоны, затрудняющие обмен воды с соседними океанами. Особенно узок и мелок Берингов пролив, серьезно препятствующий сливу глубинных вод в Тихий океан. Южный океан ничем не ограничен, поэтому вокруг Антарктиды движется на восток гигантская циркумполярная река, крупнейшая на нашей планете. Ее ширина достигает 500, а глубина 3 километров. Она переносит до 200 миллионов кубометров воды в секунду. (Это в 10 тысяч раз больше, чем выносит в океан одна из наиболее полноводных рек

нашей планеты — Миссисипи и примерно в 100 тысяч раз больше, чем сливает в Финский залив Нева.)

Причиной здешних глубинных течений является сильное охлаждение и увеличение плотности поверхностных слоев воды. Особенно тяжелой вода становится, когда начинает замерзать. Молодой лед выдавливает из себя большую часть солей в находящуюся под ним воду, что еще больше увеличивает ее плотность. Потяжелев, вода начинает опускаться на дно. Главными поставщиками холодной воды считаются море Уэдделла на юге и Норвежское море на севере.

Холодная глубинная вода растекается из районов своего накопления, давая начало мощным глубинным течениям. Они изучены хуже поверхностных. Они проходят у западных границ океана, два в Атлантическом, соответственно в его северной и южной частях, и одно в Тихом океане. Все три подводных реки текут в сторону экватора со скоростью нескольких сантиметров в секунду и по дороге выносят глубинную воду на поверхность. Никто не может сказать, сколько времени проходит от погружения поверхностных вод в глубь океана до их возвращения к поверхности. Возраст глубинных вод оценивается в 200—300 или 1000 лет. В результате все поверхностные воды Мирового океана примерно до глубины в 3700 метров находятся в постоянном, беспрерывном и достаточно быстром движении.

Портрет Мирового океана следует дополнить рассказом о льдах. Их площадь не так велика, как мы привыкли думать. Льды постоянно закрывают лишь 3—4 процента океанских просторов. При падении температуры океанской воды до —1,9 градуса, в ней начинают появляться кристаллики льда. Постепенно их количество растет, и возникает ледяная каша. По мере увеличения толщины этого слоя он оказывает все возрастающее сопротивление волнению. Кроме волн, серьезное замедление льдообразования и смерзания плавающих в воде кристаллов объясняется тем, что в этой зоне растет соленость воды и одновременно понижается температура ее замерзания. В мороз такую же кашу может создать снег, падающий на поверхность воды. Когда снегопад затягивается, образуются настоящие снежные сугробы, высотою до 2 метров.

Снежно-ледовая каша в конце концов смерзается, и

поверхность воды покрывается слоем достаточно гибкого льда. Его объем на 9 процентов больше, чем воды, из которой он образовался, поскольку в кристаллической решетке льда упаковка молекул воды упорядочивается и становится менее плотной.

Чтобы растопить 1 грамм льда, требуется 80 калорий, не считая тепла, которое необходимо, чтобы согреть лед до 0 градусов. Поэтому в Арктике даже летом лед тает только в районах прибрежных материковых отмелей, и только там возникают обширные пространства свободной воды. Основная масса океанских льдов переживает полярное лето. Продолжительность жизни арктического льда, образовавшегося у берегов нашей страны, составляет от 2 до 9 лет, а его «смерть» наступает, когда он выносится в более теплые районы Атлантики.

Судьба антарктических льдов изучена хуже, однако считается, что они долговечнее.

Это не значит, что морской лед совершенно не тает. В Арктике летом его толщина за счет таяния верхних наружных слоев может уменьшиться на 0,5—1 метр, зато зимой снизу успевает намерзнуть до 3 метров льда. В районах, где ураганные ветры взламывают льды и где происходит их торошение, возникают огромные нагромождения, которые, смерзаясь, серьезно увеличивают толщину льда.

Однако самым внушительным торосам далеко до настоящего айсберга. Этот пресноводный лед возникает на суше, как это обычно бывает в прибрежной зоне Ледовитого океана, и сползает под собственной тяжестью в море или откалывается от шельфового льда, который десятками лет нарастал на мелководьях вокруг Антарктиды.

Айсберги могут иметь огромные размеры. Особенно крупные встречаются в Южном полушарии. Они образуются из льдов шельфового ледника моря Росса. Самый большой из когда-либо зарегистрированных был обнаружен свыше 30 лет назад. Он имел длину в 350 и ширину в 40 километров, то есть был лишь вполовину меньше Бельгии и в пять раз превышал площадь Люксембурга. В октябре 1987 года с помощью спутников в районе моря Росса был обнаружен айсберг длиною

153 и шириною 36 километров. При встрече с такою льдинкой не сразу поймешь, что это плавучий остров.

Надводная часть айсбергов весьма внушительна. Рекордсменом является ледяная гора высотою 134 метра. Это выше Исаакиевского собора в Ленинграде. Плоские столовые айсберги ниже. Они не превышают 90 метров. Поскольку удельный вес льда составляет 9/10 удельного веса воды, 90 процентов объема ледяной горы должно находиться под водой!

В Северном полушарии особенно крупные айсберги не образуются. Рекордом здесь является островок площадью 50 квадратных километров. Никто не знает точно, сколько айсбергов странствует по океанам. Считается, что только Гренландия поставляет в год 10—15 тысяч огромных обломков льда. Главное место их возникновения — западное побережье острова. Отсюда они выплывают в Атлантику, в один из самых оживленных районов Мирового океана.

Лед обладает значительной прочностью. Ледовый панцирь толщиною 60 сантиметров, закрывающий в разгар зимы пресноводные водоемы, может выдержать тяжесть грузовой платформы весом 18 тонн. Во время войны по льду через Ладогу была проложена ледовая «Дорога жизни», позволившая Ленинграду поддерживать связь с остальной страной. Морской лед менее прочен. Если льдообразование протекает бурно, соленая вода частично захватывается смерзающимися кристалликами льда. Водно-солевые включения, нарушая структуру льда, резко понижают его прочность. У молодого льда она в три раза ниже, чем у пресноводных льдов, но старые ледовые поля не уступают по прочности пресноводным льдинам.

Дрейфующий лед при сильном ветре может покрывать расстояние до 100 километров в сутки. У айсбергов большая осадка, мешающая им развивать значительную скорость или противостоять течениям. Нередко они выносятся далеко за пределы полярных областей, иногда достигая в Атлантике Азорских и Бермудских островов. Благодаря огромной теплоемкости таяния льда, уже давно возник проект буксировки крупных айсбергов к побережью таких приморских стран, как Япония, Кувейт, Саудовская Аравия, Объединенные Арабские Эмираты, давно ощущающие нехватку чистой

пресной воды. Доставка «небольших» кусочков льда, объемом 100—300 тысяч кубометров, оказалась технически выполнимой и время от времени осуществляется этими странами.

ПОПРОБУЕМ НЫРНУТЬ

В сравнении с темпами освоения космоса изучение океана не впечатляет. Несмотря на давность морских исследований, акванавты еще не перешагнули одиннадцатикилометровый рубеж, а до предельных глубин хотя и осталось сравнительно немного, чуть больше ста метров, покорить их, видимо, будет значительно труднее, чем десятки или сотни километров в космосе. Изучение океана связано с серьезными трудностями. Даже измерение температуры больших глубин или взятие оттуда проб воды является дорогостоящим и сложным делом, требующим много времени и труда.

Особенно сложно в одной и той же точке океанской бездны произвести несколько повторных измерений. Представьте себе, как трудно встать на якорь, если под килем несколько километров воды. Для этого необходим сверхпрочный конический трос, иначе он не только судна не удержит, но не выдержит даже собственной тяжести и оборвется. Толщина начальной части такого каната, в зависимости от предполагаемой глубины погружения, колеблется от 13 до 15 миллиметров, но по мере погружения она увеличивается до 16—19. Чтобы процедура не заняла слишком много времени, используют тяжелый якорь весом около двух тонн. Свободно падая на дно, он тянет за собой трос. Скорость падения — около 20 километров. На глубине 5 километров он окажется лишь через 15—16 минут. Тяжесть вытравленного троса чудовищна. Обратно якорь не поднимают. Исследовательские суда не имеют мощных лебедок, способных справиться с такой работой. С потерей дорогостоящего троса приходится мириться.

Мировой океан представляет собою хранилище холодной воды, прикрытое сверху, да и то не везде, чуть-чуть более теплым слоем. Его объем совсем невелик. Вода теплее 10 градусов составляет всего 8 процентов общих запасов Мирового океана. Этот верхний слой, в самых мощных участках толщиной не более 100 метров,

на значительной части поверхности океана подвержен сезонным колебаниям. Под ним на больших глубинах температура практически постоянна. У 75 процентов океанской воды она находится в пределах от 0 до 4 градусов.

Наиболее стабильна температура поверхности океана в его экваториальной зоне. В этих районах она лежит где-то в пределах между 20 и 30 градусами. Солнце здесь в любое время года приносит примерно равное количество тепла, а ветер систематически перемешивает воду. Поэтому она круглосуточно сохраняет постоянную температуру. Максимально высокие температуры открытого океана лежат в зоне между 5 и 10 градусами северной широты. В заливах, даже в обширных, температура воды может быть выше. Летом в Персидском заливе она поднимается до 33 градусов. Солнце на экваторе благодаря ветровому перемешиванию прогревает воду до глубины 50—100 метров. А в районах, откуда течения не уносят прогретую воду и не разбавляют ее холодной, слой теплой воды может достигать 250 метров.

Вторая зона стабильной температуры поверхностных вод находится в приполярных областях. Здесь летом она может подниматься до 10 градусов, а зимой опускаться до 5—0 или даже до минус 2 градусов. Самым холодным районом океана считается море Уэдделла.

Наиболее значительные сезонные колебания температуры воды в зоне умеренного климата, но размах суточных колебаний обычно не превышает 0,5 градуса. Лишь в ясную солнечную погоду в разгар лета он может достичь 2 градусов. Суточные колебания ограничиваются совсем тонким поверхностным слоем океана.

Океанские глубины более постоянны. Их почти не касаются сезонные колебания температуры. В тропиках под слоем теплой воды находится не очень широкая зона, толщиной 300—400 метров, где температура по мере увеличения глубины быстро падает. Область быстрого падения температуры называют термоклином. Здесь на протяжении 10 метров температура понижается примерно на 1 градус. В следующем слое толщиной в 1—1,5 километра дальнейшее снижение температуры резко замедляется. У его нижней границы она не превышает +2 — —3 градусов. В более глубоких слоях падение

температуры продолжается, но происходит еще медленнее. Это зона с однородной температурой, совершенно не подверженная внешним влияниям. В придонном слое глубоких впадин и над другими участками дна температура воды вновь повышается. Это результат воздействия тепла земной коры. Кроме того, дальнейшему падению температуры больших глубин должно препятствовать существующее там чудовищное давление. Поэтому вода полярных районов, охлажденная у поверхности, опустившись на глубину 5 километров, где давление увеличивается в 500 раз, будет иметь температуру на 0,5 градуса выше первоначальной.

Очень важной характеристикой воды является ее плотность. Она зависит от температуры, солености и давления, иными словами, от того, на какой глубине находится. Вот какова плотность воды при разных значениях этих показателей:

у пресной воды при температуре +20° — 1,0 г/см^3;

у обычной морской воды при температуре +20°—1,025 г/см^3;

при снижении температуры морской воды до +2° — 1,028 г/см^3;

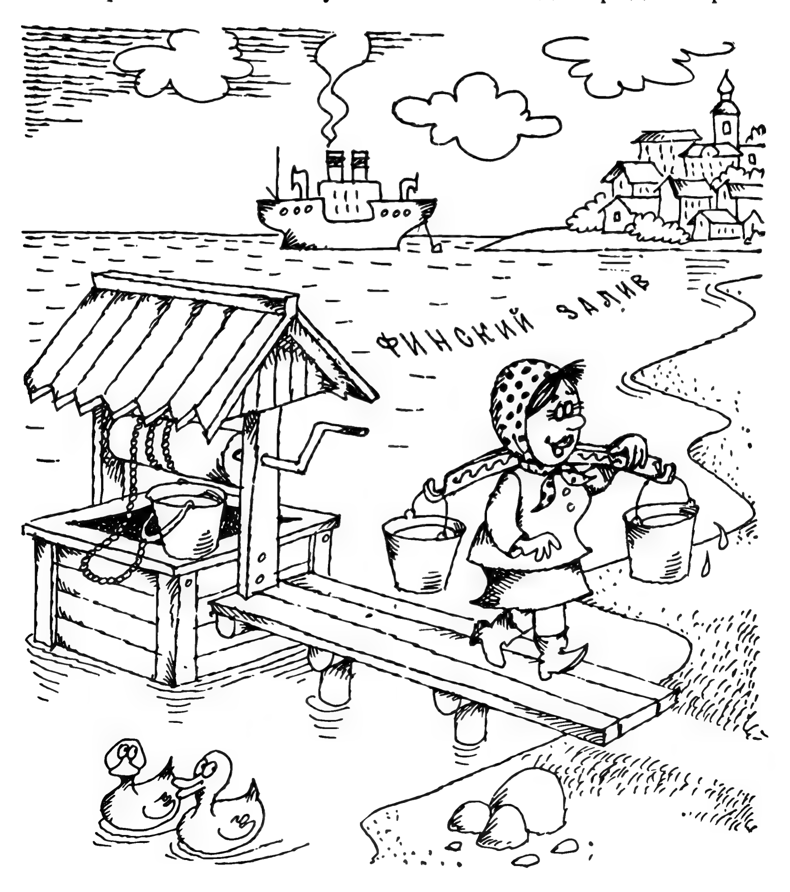
у морской воды на глубине 5 километров при той же температуре +2° — 1,050 г/см^3.

Самая плотная вода в Южном океане вокруг Антарктиды, так как здесь она имеет самую низкую температуру, а из-за постоянного образования льда еще и обладает высокой соленостью.

В числе чрезвычайно важных свойств воды следует упомянуть, что она практически несжимаема. Коэффициент сжимаемости воды составляет всего 0,000046 на 1 бар. (Бар соответствует давлению, равному 0,98692 атмосферы.) Это значит, что при повышении давления до 500 атмосфер ее объем уменьшится всего на 2 процента. В сравнении с воздействием на биологические объекты это ничтожно мало. Если сухую трехдюймовую доску опустить на глубину 1 километр, она под воздействием существующего там давления уменьшится наполовину, а на глубине 5 километров станет не толще фанеры. Представьте себе, что стало бы с кашалотом, рискнувшим совершить полуторакилометровое погружение, если бы вода, составляющая около 70 процентов его тела, не препятствовала значительному уменьшению его объема.

Коэффициент сжатия воды представляется величиной ничтожной. Морским организмам небольшое уменьшение объема воды, входящей в состав их тел, не сулит особых неприятностей. Однако в масштабах океана эта величина достаточно значима. Если бы вода оказалась абсолютно несжимаемой и ее объем не уменьшался бы под действием собственной тяжести, уровень Мирового океана поднялся бы на 27 метров! А это значит, что перестали бы существовать такие приморские города, как Ленинград, Рига, Таллинн, Севастополь, Сухуми, Батуми и многие другие на всех континентах планеты.

Горько-соленый вкус океанской воде придают раст-



воренные в ней химические соединения. В среднем в килограмме морской воды их содержится 34,69 грамма. Это значит, что на 98 молекул воды приходится 2 иона, образовавшихся при диссоциации растворенных в ней веществ. Океанологи выражают эту величину количеством частей растворенных в воде веществ, которое приходится на 1000 (по весу) частей воды, и обозначают символом «‰», что означает «промилле». Вблизи устьев крупных рек, в зоне ливневых дождей и интенсивного таяния льда соленость может падать до 10,0 промилле и ниже. В закрытых морях — Азовском, Балтийском и Черном, — куда несут свои воды многие европейские реки, она очень низка. Соленость Балтийского моря колеблется от 2 до 15 промилле. Особенно сильно опреснена вода в Финском заливе, куда сливает свои воды Нева. Еще недавно город Кронштадт, расположенный на острове Котлин, снабжался питьевой водой прямо из залива.

В Черном море соленость не превышает 18 промилле. Зато в придонных водах южной части Тихого океана она может достигать 34,7, а в северной части Атлантического океана 37,9. Еще выше она в Саргассовом море, так как здесь происходит сильное испарение воды. В ряде районов Средиземного и Красного морей, где испарение воды происходит весьма интенсивно, соленость нередко достигает 40,0, а в некоторых придонных участках 270,0 промилле. Это приближается к пределу растворимости поваренной соли.

Вода способна растворять чуть ли не все известные вещества. Видимо, в океане можно обнаружить все элементы, встречающиеся на Земле в естественных условиях. В настоящее время их обнаружено чуть более 70. Больше всего здесь хлора. За ним идут натрий, магний, сера, кальций, калий, бром, углерод, стронций, бор... Некоторые элементы находятся в ничтожно малых концентрациях. Все атмосферные газы тоже растворены в морской воде. Как и в воздухе, здесь больше всего азота. Второе и третье места занимают кислород и углекислый газ. Инертные газы присутствуют в ничтожных количествах. Есть районы, где кислород полностью отсутствует. Лишены кислорода глубины Черного моря, некоторые районы в Атлантике, у берегов Северной Каролины и Венесуэлы, и в Тихом океане в прибрежных

районах Калифорнии, а также в некоторых фиордах Скандинавии. При отсутствии универсального окислителя в воде образуется сероводород. В Черном море глубже 200-метровой отметки вода насыщена сероводородом. Наконец, существуют морские растения и животные, которые выделяют угарный газ, так что и его можно обнаружить в воде океанов.

Газы хотя и находятся в воде в тех же пропорциях, что и в воздухе, однако в абсолютных цифрах их количество в равных объемах воды и атмосферного воздуха далеко не одинаково. Если в 1 литре воздуха при нормальном атмосферном давлении содержится 210 кубических сантиметров кислорода, то в 1 литре воды его может быть растворено не более 10. Одно из неприятных свойств воды состоит в том, что при повышении температуры растворимость кислорода в ней уменьшается. Максимальное количество этого газа, способное раствориться в воде при 0 градусов и нормальном атмосферном давлении, составляет всего 14,16 миллиграмма на литр. При 10 градусах оно уменьшается до 10,92, а при 30 падает до 7,35. Напомню, что в 1 литре воздуха содержится 300 миллиграммов кислорода. Падение растворимости кислорода по мере повышения температуры воды весьма неудобно для водных животных, так как в теплой воде у них резко возрастает уровень обмена веществ и, соответственно, серьезно увеличивается потребность в кислороде. Установлено, что у рыб при повышении температуры воды на 10 градусов потребление кислорода увеличивается вдвое!

Мы — земляне, можно сказать, живем под Солнцем. Однако огромное количество организмов от первых до последних дней своей жизни существуют в условиях полной темноты. В отличие от воздушной оболочки Земли, хорошо пропускающей подавляющую часть солнечных лучей, точнее испускаемых Солнцем электромагнитных волн, вода является для них труднопреодолимым препятствием.

Не только морская, но и самая чистая пресная вода непроницаема для солнечных лучей. Более 60 процентов энергии электромагнитных волн задерживает, поглощает самый верхний, метровый слой воды. До десятиметровой глубины в лучшем случае доходит 20 процентов энергии солнечных лучей. Под стометровой толщей во-

ды человек, в полном соответствии с известной русской поговоркой, чувствует себя как у арапа в желудке, так как сюда проникает менее 1 процента солнечных лучей.

На «пропускание» электромагнитных волн (таков не слишком литературно звучащий термин) сильнейшим образом влияет муть — взвешенные в воде твердые частички, в том числе микроорганизмы, а также пузырьки воздуха в самом верхнем слое воды. Растворенные в воде соли не ухудшают ее прозрачности. Косые солнечные лучи частично отражаются от водной поверхности, а та их часть, которая все же внедряется в толщу воды, не достигает больших глубин. Когда солнце стоит прямо над головой, его лучи проникают значительно глубже 100 метров. В районах с особенно чистой водой человек с нормальным зрением способен увидеть слабый сине-зеленый свет даже на глубине 800 метров, а чувствительные фотоэлементы свидетельствуют, что какие-то крохи энергии электромагнитных волн доходят на глубины до 1 километра.

Солнечные лучи обладают различной способностью проникать в толщу воды. Столкнувшись с водной гладью, первыми пасуют самые короткие ультрафиолетовые, а также самые длинные — инфракрасные лучи и гиганты радиоволны. Лучше всех проходят в глубь волны светового диапазона, особенно сине-зеленой части солнечного спектра длиной 465 нанометров. Именно они придают пейзажу и подводным обитателям зеленовато-голубой оттенок. Эту особенность окраски подводного мира добросовестно фиксирует фотоаппарат. На фотоснимках, сделанных при естественном освещении, даже песчаное дно приобретает зеленоватый или голубоватый оттенок. Наши глаза, точнее, наш мозг не столь объективны. Зная истинную окраску подводных объектов, он вносит коррективы в наше восприятие картины подводного царства.

Глаза наземных животных не годятся для подводного царства. Необходимо сфокусировать коррективы изображения окружающих предметов на воспринимающих элементах. Человеческий глаз делает это за счет преломляющей силы роговицы и хрусталика, иными словами, благодаря тому, что эти образования глаза способны изменять направление световых лучей.

Обычно световые лучи меняют направление при пере-

ходе из одной среды в другую. Величина отклонения зависит от преломляющей силы материала, в который они внедряются, и от того, под каким углом они падают на его поверхность. Однако показатели преломления роговицы почти такие же, как у обыкновенной воды. Поэтому световые лучи, попадая на роговицу ныряльщика, дерзнувшего под водой открыть глаза, не преломляются, а хрусталик без ее помощи не в состоянии сфокусировать световой поток на светочувствительных элементах сетчатки. Вот почему под водой окружающий мир расплывается, теряя свои очертания. В воде человек становится настолько дальнозорким, что практически любой предмет, как бы далеко он ни находился, оказывается для нас достаточно близким, и мы способны увидеть лишь крупные предметы, да и те выглядят расплывчатыми.

Совсем иное дело водолазы и аквалангисты, пользующиеся маской с плоским стеклом. Они в подводном мире не испытывают особых неудобств, так как их глаза непосредственно не соприкасаются с водой. От нее их отделяет стекло и тонкий слой воздуха, находящийся в маске или в шлеме водолазного скафандра. Поэтому в фокусировке изображения принимают участие и роговица и хрусталик, а изображение получается вполне отчетливым. Однако, переходя из воды в воздух, находящийся перед глазами водолаза, световые лучи преломляются, слегка отклоняясь от первоначального направления. Вот почему водолазу, работающему на грунте, все предметы кажутся на треть крупнее, чем в действительности. По тем же причинам на фотографиях, сделанных под водою с помощью фотобокса с простыми плоскими стеклами, изображение будет увеличено примерно на 30 процентов по сравнению с тем, каким бы оно выглядело при фотографировании в воздушной среде.

Если вода для электромагнитных волн — непреодолимое препятствие или, во всяком случае, плохо проницаема, то звуковые волны способны распространяться в океане на огромные расстояния. Правда, пресная вода примерно в 100 раз прозрачнее морской, но и у соленой прозрачность достаточно высока, так что дальность распространения звуков в океане значительно выше, чем в атмосфере. Нарушает прозрачность морской воды главным образом ион сульфата магния, то есть магниевой

соли серной кислоты — $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, больше известной как английская соль, используемая в медицине в качестве слабительного. В морской воде сульфата немного, около 3 граммов на литр, но его влияние на звукопроницаемость велико. Кроме того, звуки рассеивает любая муть, любые взвешенные в воде частички, в том числе пузырьки воздуха и живые организмы. Рассеивание звуков в конечном итоге приводит к их ослаблению.

Не все звуковые волны способны в подводном мире покрывать большие расстояния. Коротковолновые высокочастотные колебания затухают значительно быстрее, чем длинные волны, следующие друг за другом с небольшой частотой. Таким образом, дальность распространения звука зависит не только от его силы, но и от его частоты. При ее увеличении в четыре раза скорость затухания звука возрастет в два раза. Тысячекилометровые расстояния способны пробегать, пересекая океаны из края в край, лишь волны в диапазоне от 100 до 1000 герц. (Герц соответствует одному периоду колебаний в секунду.)

Скорость звуковых волн никоим образом не зависит от их частоты. В морской воде звуки распространяются быстрее, чем в пресной, и в 4—5 раз быстрее, чем в атмосфере; в среднем со скоростью 1500 метров в секунду. Но с повышением температуры, давления и солености скорость звука в воде растет.

В однородной среде, какой бы она ни была, звуковые волны распространяются строго прямолинейно. Однако температура, давление и соленость воды в океане подвержены колебаниям. Непостоянством физических свойств объясняется изменение скорости звука при прохождении им различных горизонтов воды, что автоматически приводит к отклонению направления звуковых волн от их первоначального прямолинейного пути. Акустики называют подобное явление рефракцией. Не входя в его сущность, хочу обратить внимание на то, что звуковые волны всегда отклоняются в ту сторону, где скорость их распространения ниже. Неоднородность акустических свойств воды, вызывая рефракцию звука, приводит к возникновению двух интересных явлений, которые имеют существенное значение для обитателей океана.

Определенный характер рефракции привел к возник-

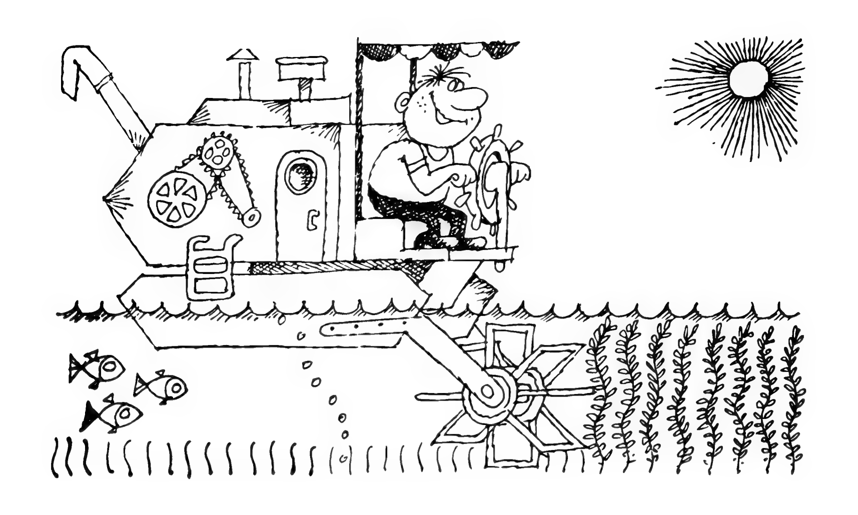
новению в океане постоянно существующего акустического канала, который, не прерываясь, простирается на многие тысячи километров, связывая самые отдаленные его точки. Как мы знаем, температура воды в океане с глубиной постепенно падает. В соответствии со снижением температуры происходит постепенное уменьшение скорости распространения звука, что, в свою очередь, приводит к отклонению звука в более глубинные зоны океана. Однако на определенной глубине всевозрастающее давление, наконец, компенсирует уменьшение скорости звука, связанное с понижением температуры, и дальше в более глубоких слоях воды она будет постепенно расти. Таким образом, в любых районах океана, пожалуй, кроме полярных областей, где отсутствует существенная разница температур, на определенных глубинах океана всегда оказывается слой, в котором скорость распространения звука минимальна. Он может располагаться на разных глубинах до 2000, но чаще всего находится на расстоянии 700 метров от поверхности. Этот слой воды и является звуковым каналом. В нем звук не рассеивается так широко, как обычно, а поэтому не так быстро ослабевает, как это произошло бы в полностью однородной среде.

Попав в звуковой канал, звук лишен возможности его покинуть, так как выше и ниже находятся зоны, где скорость распространения звуковых волн больше, и следовательно, при любой «попытке» выйти за пределы звуковода звуки будут отклоняться, отбрасываться назад окружающими слоями воды.

Звуковой канал обеспечивает связь между самыми отдаленными точками океана, и это имеет для его обитателей огромное значение. Одни из них благодаря наличию звуковода поддерживают связь между собою, другие с его помощью получают информацию о существенных для всего живого глобальных событиях, происходящих в океане. Звуковод создает большие удобства. У него один недостаток: малая скорость распространения звука. Взрыв глубинного заряда, произведенного у берегов Австралии, гидрофоны «услышали» даже в районе Бермудского треугольника, но, чтобы пересечь океан, звуку потребовалось почти 2,5 часа!

Второе явление, которое возникает в связи с рефракцией звука, — возникновение акустического экрана,

роль которого выполняет все тот же акустический канал. Во время войны опытные командиры подводных лодок прятали свои субмарины под этим слоем воды, если он находился близко к поверхности, сквозь который был не в состоянии пройти поток локационных посылок. В настоящее время мощность гидролокаторов возросла настолько, что позволяет производить гидролокацию дна океана и всех крупных объектов, находящихся в толще воды, где бы они ни располагались. Таким образом, звуковой канал, обеспечивая морским организмам великолепные условия связи по горизонтали, создает серьезные препятствия для обмена информацией по вертикали.



Пейзажи подводного царства

САДЫ СЕМИРАМИДЫ

Одно из семи чудес света — висячие сады, которые были сооружены в Вавилоне по повелению Навуходоносора на четырех этажах высокой башни. Это был подарок царя его любимой жене, мидийской царевне, тосковавшей в жаркой, голой, безлесной Вавилонии по горным прохладным лесам своей родины. Хозяйку удивительных садов звали вовсе не Семирамидой. Просто людская молва приписала их легендарной ассирийской царице, посмертно причисленной к богам.

Подводное царство богато висячими садами. Правда, растущие в них «деревья» не столь живописны, как посаженные по повелению царя Навуходоносора, но смею утверждать, по-своему не менее красивы. Подводные висячие сады возникли не по чьей-то прихоти и выполняют функцию единственной житницы океана, без которой жизнь здесь была бы невозможна. В отличие от «архитектурных излишеств» Вавилона висячие сады Посейдона — это огромные поля-плантации, урожай с которых тщательно убирается, я бы сказал, утилизируется, и им в конечном итоге кормятся все обитатели подводного царства.

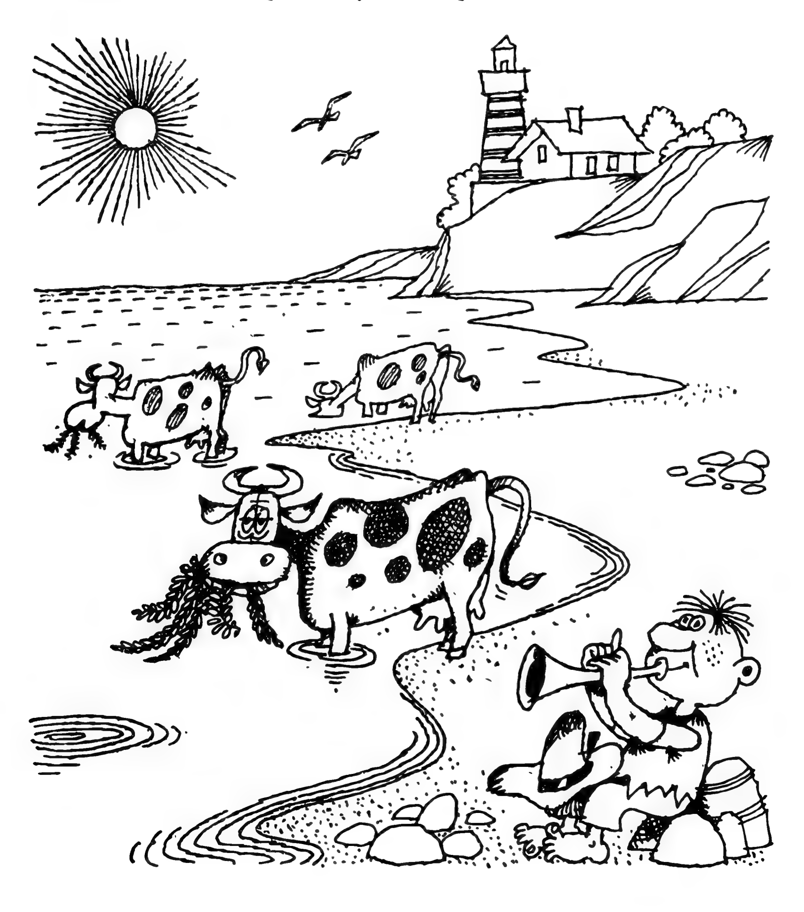
Как и на поверхности Земли, где основой производства продуктов питания являются зерновые, в океане есть свои «массовые культуры», на 95—99 процентов покрывающие потребности подданных Посейдона. Это, несомненно, водоросли. Они здесь основа основ органической жизни, а океан их родовая вотчина. Из 1000 взятых в океане наугад растительных организмов 999 будут наверняка водорослями. О них и пойдет речь.

Водоросли — сборная группа низших растений, объединяющая растительные организмы самых различных размеров от микроскопических одноклеточных величиной в доли микрона до многоклеточных гигантов, достигающих 30—60 метров. В водорослях сосредоточена четверть всего живого вещества Земли. Соответственно велико их значение в современной жизни океана и всей планеты в целом и трудно переоценима историческая роль как древних фотосинтезирующих организмов, насытивших земную атмосферу кислородом. От водорослей произошли высшие растения, сумевшие расстаться с водой и переселившиеся жить на сушу. Наконец, именно водоросли являются главным звеном круговорота в природе таких важнейших элементов, как кальций и кремний.

Представители большинства видов современных водорослей, кроме паразитов и организмов, научившихся пользоваться готовым органическим веществом, обладают способностью к фотосинтезу. Тела многоклеточных водорослей не расчленены, как у высших растений, на корни, стебли и листья, а устроены более однородно и состоят главным образом из так называемого слоевища, в котором отсутствует специализация на фотосинтезирующие и поглощающие питательные вещества части. Ведь водоросли живут в питательном «растворе» и могут всасывать его всей поверхностью. Поэтому у них нет таких органов, как древесные стволы, стебли и ветви, и отсутствует сосудистая система, выполняющая у наземных растений транспортную функцию, ведь им нет нужды перемещать по своему телу воду и питательные вещества. Все необходимое водорослям поступает к ним извне прямо туда, где эти вещества будут использованы.

Крупные водоросли — оседлые существа. Они живут на одном месте, прикрепившись к грунту специаль-

ной присоской. Это отнюдь не корень с его многообразными функциями, а всего лишь якорный канат. У крупных водорослей вроде ламинарий можно увидеть нечто, напоминающее сильно укороченный стебель, но это опять-таки всего лишь фундамент, место крепления остальных частей растения. Никаких иных функций за этим органом, носящим название ножки, не водится. Нет у водорослей и цветков. Большинство размножается довольно сложным половым или бесполым способами. Очень часто даже самые крупные водоросли размножаются с помощью крохотных, активно передвигающихся зооспор. Могут водоросли плодиться и веге-



тативным путем, то есть частями, отторгнутыми от материнского организма.

Из того, что здесь было сказано о водорослях, больше половины относится к растениям, о которых речь пойдет в следующей главе. Органическое вещество в висячих садах Посейдона создают микроскопические одноклеточные водоросли динофлягелляты и диатомеи, объединяющие огромное число видов.

Диатомеи, или кремнеземки, — крохотные организмы размером от 5 микрон до 1 миллиметра. Сказать что-нибудь определенное об их внешнем виде трудно, так они разнообразны. Диатомеи бывают треугольными, овальными, нитевидными или палочковидными, могут иметь форму блюдечка, розетки, чаши или еще более причудливый вид. Среди кремнеземок есть индивидуалисты, предпочитающие держаться особняком, и компанейские существа, образующие колонии в виде нитей, цепочек, лент, звездочек, снежинок. Колонии, конечно, крупнее одиночных водорослей, а потому заметнее.

Клеточное тело диатомоновых водорослей имеет две оболочки: внутреннюю пектиновую, какой пользуются клетки большинства растений, и наружный кремневый панцирь, устроенный как двустворчатая раковина, похожая на коробку с надетой на нее крышкой. Структура материала, из которого образована раковина, и ее конструкция различны у разных видов кремнеземок. Общая особенность — огромное количество пор, пронизывающих стенки коробки. Они предназначены для снабжения водоросли питательными веществами, кислородом и другими газами, необходимыми для жизнедеятельности одноклеточного организма.

Важная деталь панциря — кремниевые выступы в виде игл, рогов, щетинок. Они помогают растению не тонуть, выполняя роль парашюта, о чем речь ниже, и служат «стыковочными блоками», с помощью которых можно объединиться, создавая колонию. Прочность соединения усиливается с помощью клейкой слизи, выделяющейся через специальные поры. Клей обеспечивает надежное соединение, и некоторые диатомеи, отказавшись от стыковочных блоков, «строят» колонии на клею.

В клеточной протоплазме диатомей находится одно

или несколько крупных тел шаровидной или овально-уплощенной формы, окрашенных в зеленый, желтый или коричневый цвет. Это хромопласты, особые «органы» растительной клетки, где находится аппарат для улавливания солнечной энергии. Обычно они располагаются непосредственно под внутренней оболочкой, но когда интенсивность света становится велика, уходят внутрь клетки, «в тень».

Погибая, диатомеи медленно тонут. Их маленькое тело по дороге разрушается бактериями, и на дно падают главным образом раковины. Четырехкилометровой глубины достигают только раковины крупных диатомей. Мелкие за это время успевают разрушиться и раствориться в морской воде. На больших глубинах залегают мощные диатомовые илы.

Вторым важнейшим «деревом» висячих садов являются динофлягелляты. В их число входят перидинеи, или панцирные жгутиконосцы, о которых ботаники с зоологами еще окончательно не договорились, считать их растениями или животными, а исследования биохимиков дают основание предполагать, что динофлягелляты не являются ни тем, ни другим, занимая между растениями и животными промежуточное положение.

У этих организмов два жгутика, начинающихся рядом на «брюшной» стороне тела и расположенных перпендикулярно друг к другу. Начальная часть более толстого жгутика лежит в продольном желобке тела, а конец направлен назад и торчит наружу. Второй жгутик занимает поперечное положение, опоясывая тело «по экватору», и тоже уложен в специальной борозде. Некоторые динофлягелляты, хотя и называются панцирными жгутиконосцами, лишены оболочки. Большинство же имеет надежный панцирь, который построен из строго определенного числа пластин, изготовленных из клетчатки. На теле жгутиконосца они уложены в определенном порядке. Благодаря этому под микроскопом водоросль выглядит как сшитый из отдельных кусочков кожи футбольный мяч.

В теле большинства видов перидиней под наружной оболочкой находятся желто-зеленые хромопласты. Они содержат хлорофилл, ксантофилл, перидинин, диноксантин и другие каротиноиды. Те динофлягелляты, которые владеют перечисленными пигментами, довольствуются

фотосинтезом и использованием растворенных в морской воде нитратов и фосфатов. Остальные получают энергию, питаясь другими организмами, например, ресничными инфузориями и частичками детрита. Если фотосинтезирующие перидинеи попадают в мутную воду, куда свет не проникает, они способны стать «хищниками». В отличие от диатомей перидинеи — жители тропических и субтропических морей и служат здесь отличной пищей не только для рыбьих мальков, но и для взрослых рыб — сардин и анчоусов.

Некоторые перидинеи способны к свечению. Ночесветки испускают голубовато-зеленый свет с максимальной длиной волны в 470 нанометров, а у гониаулаксов излучение чуть сдвинуто в более длинноволновую часть спектра.

В тропических морях широко распространены представители золотистых водорослей — кокколитофориды. Это очень мелкие жгутиконосцы диаметром не более 30 микрон, имеющие шарообразную или веретенообразную форму и снабженные двумя жгутиками. Одеты они в обычную оболочку, покрытую слоем слизи, а сверху дополнительно оснащенную мелкими известковыми пластинками — кокколитами, форма которых специфична для каждого из 200 видов водорослей. От того, как кокколиты расположены по отношению друг к другу, зависит жесткость и эластичность наружного скелета.

В некоторых районах Мирового океана, в частности в Средиземном море, кокколитофориды способны к массовому размножению, создавая огромную плотность до 30 миллионов в литре воды, и таким образом превосходят по продуктивности диатомей и динофлягеллят, составляя от 30 до 98 процентов мелкой части планктона. Значительна роль кокколитофорид и как накопителей углекислого кальция. Они активно участвуют в образовании мощных, в несколько сот метров толщиной, пластов океанических отложений и материковых пород. В мелах именно им принадлежит ведущая роль. Известковые илы покрывают $^2/_3$ поверхности дна Атлантического океана. В них скелеты кокколитофорид по численности занимают первое место, правда, по массе преобладают раковины фораминифер.

В северных морях заметную часть планктона состав-

ляют кремнежгутиковые — одноклеточные водоросли с кремневым наружным скелетом и одним жгутиком. Под оболочкой водорослей лежат золотисто-желтые или бурые хлоропласты, в которых содержатся хлорофилл, фукоксантин и другие каротины. Кремнежгутиковыми питаются личинки иглокожих и других беспозвоночных.

Интересную группу представляют собой широко распространенные разножгутиковые водоросли. Особенно заметна их роль в антарктических морях. При массовом размножении они придают воде зеленоватый оттенок. Водоросли интересны тем, что про запас накапливают в своем теле не крахмал, а жиры. Постоянно встречаются в планктоне и сине-зеленые водоросли. Впрочем, многие их виды предпочитают жить на дне и являются типичными представителями бентоса. По существу, водорослями их считать нельзя. По характеру клеточных ядер их относят к бактериям и называют цианобактериями, хотя среди них встречаются как одноклеточные, так и многоклеточные нитчатые виды, а многие способны образовывать большие скопления в виде корок и кустиков длиной до 20 сантиметров.

Сине-зеленые водоросли содержат хлорофилл, каротиноиды, а также особый фотосинтезирующий пигмент фикобилипротеид, находящийся в специальных тельцах. Они окрашивают водоросли в сине-зеленый или розовый цвет и часто являются причиной цветения воды. Окраска воды Красного моря связана с присутствием там сине-зеленых водорослей. В южных морях, особенно в Индийском океане, при их бурном размножении вода на огромных пространствах приобретает красновато-коричневый цвет. Некоторые виды сине-зеленых водорослей съедобны, а порой обладают способностью фиксации азота воздуха. Видимо, в связи с этим их клетки богаты белком. Вот почему сине-зеленые водоросли считаются перспективным объектом для культивирования с целью получения кормового и пищевого белка.

Плавучие сады занимают верхний стометровый слой воды. Одноклеточные водоросли благодаря незначительной величине легко удерживаются здесь и не тонут. У них велико соотношение размера поверхности и веса, благодаря чему трение о воду значительно и надежно удерживает их в поверхностном слое. Наиболее круп-

ные водоросли, чтобы замедлить падение, пользуются парашютами.

Фабрики фотосинтеза — хромопласты отделены от протоплазмы клетки двумя оболочками. Внутренняя мембрана уложена в хитроумные складки, в результате внутри хромопласта образуется 10—20 плоских мембранных мешочков, уложенных стопкой, как блины. Мембрана каждого отдельного мешочка, или тилактоида, вымощена, как мостовая, микроскопическими «булыжниками» — квантосомами размером около 17,5 нанометра и массой 2 000 000 дальтона. (Дальтон равен $^1/_{12}$ массы изотопа углерода C^{12}.) Эти кусочки мембраны содержат несколько видов пигментов. У диатомей это хлорофилл и ксантофилл, участвующие в фотосинтезе, и маскирующий пигмент диатомин.

Главный пигмент, обеспечивающий фотосинтез, — хлорофилл. Известно несколько его типов. У зеленых водорослей основным является хлорофилл а. Только он обладает фотохимической активностью. Остальные выполняют вспомогательные функции, собирая энергию солнечного света и передавая ее хлорофиллу. В качестве дополнительных пигментов зеленые водоросли используют хлорофилл b, диатомовые и бурые — хлорофилл с, красные — хлорофилл d. Обычные вещества растительных клеток — каротиноиды — используются как дополнительные пигменты. Они настроены на улавливание энергии световых волн иной длины, чем хлорофилл а. Дополнительные пигменты позволяют использовать в фотохимических реакциях до 95 процентов энергии солнечных лучей.

Фотосинтез — это процесс, с помощью которого зеленые растения и некоторые бактерии переводят энергию солнечных лучей в химическую форму, используя ее для синтеза углеводов из углекислого газа и воды. При этом из молекул воды высвобождается кислород, являющийся побочным продуктом фотосинтеза. Для восстановления одной молекулы углекислого газа и выделения одной молекулы кислорода нужно разрушить две молекулы воды, для чего необходима энергия 8 фотонов.

Висячие сады могут существовать лишь там, куда проникает достаточно света. Поверхность воды всегда отражает часть солнечных лучей. Даже в полдень, ког-

да солнце находится в зените, а поверхность океана не тревожит и самая легкая зыбь, в воду проникает лишь 95 процентов света. В другое время дня или при волнении теряется до 30 процентов энергии солнечных лучей. Морские водоросли способны пользоваться ничтожными количествами света. Прозрачность воды оценивается в соответствии с глубиной, на которой еще виден белый диск диаметром в 30 сантиметров. Зона, где еще возможен фотосинтез, в 2,5 раза превышает эту величину. Светоулавливающие пигменты работают эффективно!

В открытом океане глубже всего в воду проникают лучи голубой части спектра, а в прибрежных районах — желтые и зеленые. Планктонные водоросли поглощают преимущественно лучи голубой части спектра. Свет, богатый красными лучами, тормозит фотосинтез. Вот почему наиболее комфортабельные условия для фотохимических реакций создаются на глубине 25—30 метров, куда лучи красной части спектра почти не проникают. В прозрачной воде до глубины 120 метров интенсивность фотосинтеза такова, что выделение водорослями кислорода способно еще компенсировать потребности дыхания. Опускаясь в бездну, одноклеточные водоросли могут осуществлять фотохимические реакции до глубины 300—600 и даже 900 метров, но уже не способны обеспечить свое существование за счет фотосинтеза и, чтобы жить, должны расходовать ранее запасенные вещества. Истратив все резервы, водоросли гибнут, если случайным током воды их не вынесет к свету.

Фотосинтез — основной процесс, ведущий к увеличению свободной энергии в биосфере за счет ее поступления извне. Подсчитано, что благодаря фотосинтезу за год на Земле создается около 150 миллиардов тонн органического вещества и выделяется 200 миллиардов тонн свободного кислорода. Почти половина этой колоссальной работы ложится на плечи одноклеточных водорослей океана. Далеко не все органические вещества и не весь кислород, полученные благодаря усилиям морских одноклеточных водорослей, расходуются жителями подводного царства. Они поступают в общую земную копилку и частично используются обитателями суши.

ЛЕСА И РОЩИ

Житница подводного царства — висячие сады, — не украшают океан. Там, где они разрастаются пышным цветом, океанская вода теряет свою изумительную прозрачность и приобретает желтовато-бурую, зеленую или даже красную окраску. Гораздо привлекательнее подводные луга, кустарниковые заросли и настоящие «леса», густые и «высокоствольные» и столь же непроходимые, как джунгли Амазонки. В отличие от висячих садов эти подводные заросли образованы достаточно крупными растениями, поселившимися на твердом грунте или на чем-то другом, что может его заменить.

Подводные луга и леса не покрывают и десятой части площади дна океана и не спускаются в бездну. Они приурочены к береговой полосе, материковому побережью и берегам океанических островов. Они не так богаты видами, как наземные растительные сообщества, и образованы в основном водорослями. Только около 30 видов высших растений сумели прижиться в океане. Это в буквальном смысле слова капля в море.

Среди крупных подводных растений существуют любители по-настоящему твердых «почв» вроде поверхностей камней и скал. Для прибрежных зон характерны сильные течения и перемещения водных масс, связанные с приливами, отливами и с береговым прибоем. Мелкие частички грунта не способны удержать крупные растения, обладающие существенной «парусностью». Они смываются водой вместе с частичками грунта, за которые сумели ухватиться, уносятся в океан и там в конце концов гибнут. Зато мелкие растения, укрепившиеся на мягких грунтах, умеют их «цементировать», создавая подходящие условия для жизни более крупных растений.

Некоторые водоросли, так называемые эпифиты, поселяются на теле других растений. Они не паразиты, а простые квартиранты. Им нужна всего лишь жилплощадь, и особого вреда хозяевам «квартир» они не приносят. Одни эпифиты, в особенности маленькие, нетребовательны и способны жить на ком угодно. Крупных интересует размер «жилплощади» и прочность фундамента. Встречаются и привереды, выбирающие квар-

тирных хозяев с большой осмотрительностью из очень ограниченного числа растений.

Кроме безобидных квартирантов, в подводных лесах встречаются настоящие паразиты, присутствие которых совсем не безразлично для эксплуатируемых ими «хозяев». У паразитов вполне сформировавшиеся вкусы и весьма ограниченный выбор объектов эксплуатации. Есть среди них и широкие натуры, не обнаруживающие при выборе хозяев каких-то специфических пристрастий.

Некоторые растения охотнее других поселяются на плавающих в воде объектах, в том числе на корпусах судов. Они наносят серьезный вред мореплаванию, резко увеличивают трение корпуса судна о воду, снижая его скорость и увеличивая эксплуатационные расходы.

Подводные леса живут по тем же законам, что и висячие сады. Водоросли содержат хлорофилл, а красная, бурая или коричневая окраска многих из них объясняется тем, что зеленый цвет хлорофилла замаскирован другими пигментами. Водоросли существуют за счет фотосинтеза. Главное условие их процветания — наличие света, обеспечивающего растения энергией для синтеза органических веществ. Вот почему их заросли встречаются лишь на мелководье. Их нижняя граница, в зависимости от прозрачности воды, находится на глубине от 40—50 до 200 метров. Вся остальная поверхность дна свободна от растительного покрова.

Температура воды океана колеблется в диапазоне около 30 градусов, что не лимитирует распространения растений, хотя для каждого вида существуют свои излюбленные температуры и свои температурные границы. В подводных лесах встречаются любители очень теплой и совсем холодной воды, но для жизни большинства наиболее благоприятны умеренные температуры. Вот почему самые мощные подводные заросли приурочены к умеренным и приполярным широтам. Не накладывая ограничений на общее распространение подводной растительности, температура воды оказывает серьезное влияние на интенсивность обменных процессов, на темпы роста и скорость размножения.

Для процветания подводных лесов необходимо регулярное поступление неорганических веществ, содержащих азот, фосфор, калий, кальций и целый ряд микро-

элементов в виде соединений, способных усваиваться растениями. Ими чаще всего бывает богата океанская бездна. Там, где глубинные воды выносятся к поверхности, создаются благоприятные условия для развития подводных растений. Содержание кислорода подвержено менее резким колебаниям. Для существования подводных лесов необходимо, чтобы выделяемый в процессе фотосинтеза кислород полностью покрывал кислородные потребности растений. Там, где для фотосинтеза им не хватает световой энергии, а кислород выделяется в незначительных количествах, и проходит нижняя граница распространения растительных сообществ.

Использование растениями света зависит в первую очередь от температуры. Низкие и высокие температуры неблагоприятны для поглощения энергии света. Вот одна из причин приуроченности наиболее мощной подводной растительности к зоне умеренного климата. Для фотосинтеза необходимо регулярное пополнение запасов биогенных веществ и неорганики. Поэтому крайне важно интенсивное движение воды. Как бы ни была богата вода необходимыми веществами, если она сохраняет неподвижность, запасы будут быстро израсходованы, а их пополнение с помощью диффузии не сможет в полной мере обеспечить потребности растений, и жизнедеятельность водорослей окажется приторможенной. Напротив, в относительно бедных водах при их интенсивном движении снабжение растений будет хорошим.

Интенсивное движение воды может быть губительно для нежных водорослей, в особенности когда они молоды, и препятствовать их закреплению на грунте. Однако именно в проливах с сильным течением, у далеко выдающихся в море мысов, в зоне высоких приливов или интенсивного прибоя подводные заросли бывают особенно пышными, потому что вода вокруг водорослей интенсивно обновляется, обеспечивая своевременное снабжение растений всем необходимым. При хорошо налаженном снабжении усиливается обмен веществ, а темпы фотосинтеза увеличиваются вдвое, и водоросли вырастают крупными и здоровыми. Усиленное снабжение так эффективно стимулирует фотосинтез, что его интенсивность остается высокой даже при существенном снижении освещенности.

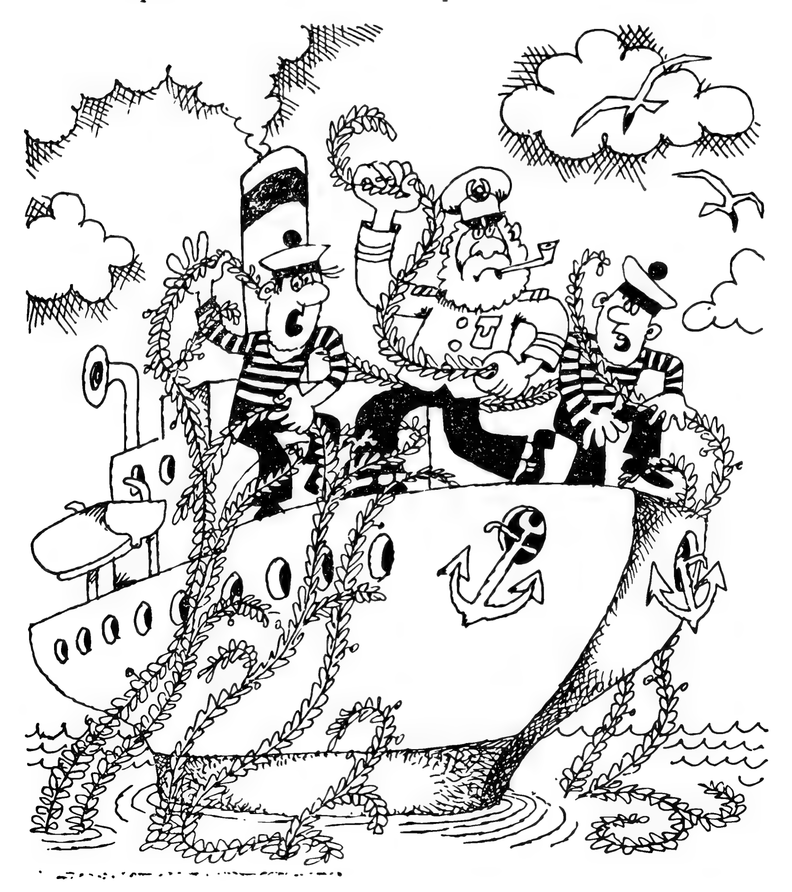
Движение воды не позволяет молодым маленьким водорослям покрываться грязью, так сказать, заиливаться, и мешает нормальному существованию растительноядных животных. Немногие из них способны «пастись» в зоне прибоя. Ну а для прикрепления к твердому субстрату различных зачатков водорослей (спор, гамет и зигот) течение не помеха. Дело в том, что у поверхности любого предмета находится пограничный слой воды, который из-за трения остается неподвижным. Его толщина колеблется в пределах 10—100 микрон. Он тем толще, чем значительнее размеры подводных объектов и чем медленнее движение воды. Толщина пограничного слоя вполне сопоставима с размером зачатков большинства водорослей. Они находят в нем убежище, спасение от бурного движения воды и могут начать здесь самостоятельную жизнь. Преимущества, создаваемые движением воды, компенсируют те потери, которые время от времени происходят в результате повреждения слоевищ или их отрыва от грунта.

Подвижность воды иногда становится чрезмерной. В зоне постоянных ветров и особенно мощных волн существуют побережья, где водоросли не в состоянии противостоять движению воды. Здесь до глубины 15 метров прибрежные скалы лишены растительности. Лишь изредка тут приживаются красные водоросли, имеющие особенно прочные ткани. Их пропитанные известью слоевища покрывают прибрежные скалы плотно прилегающей к ним корой. Они способны селиться лишь на камнях и раковинах моллюсков и сами больше похожи на камни, чем на растения. Красные известковые водоросли — ценнейшие растения океана. Они играют важную роль в жизни коралловых рифов, цементируя и укрепляя их поверхность. Без постоянных забот корковых водорослей коралловые рифы существовать не могут.

Вегетарианцы способны нанести подводным лесам непоправимый вред или даже полностью их съесть. Если прибрежные мелководья богаты морскими ежами, крупные ламинариевые водоросли растут лишь у самой поверхности воды, куда колючие травоядные поднимаются редко. На больших глубинах водорослям не выжить. Здесь ежи способны съесть гораздо больше зелени, чем ее успеет вырастить океан. Водорослями питаются ра-

кообразные и брюхоногие моллюски, «слизывающие» с субстрата всю мелочь, в том числе проростки водорослей. Жизнь некоторых рыб связана с водорослями. Они поедают без разбора все растения, оказавшиеся им по зубам, имеющие мягкие слоевища, и способны уничтожить любые заросли. Не трогают только сине-зеленые водоросли и растения с обызвествленными слоевищами.

Некоторые водоросли пасуют перед своими соседями. Им приходится подыскивать для жизни местечки, где конкуренция не так остра. Фукусы, видимо, ради этого переселились жить в опресненные Балтийское и



Белое моря. Многие, чтобы избежать конкуренции, живут у кромки воды в тех местах, которые во время отлива обсыхают. Но там, где температура воды слишком низка и подводные рощи редеют, фукусы спускаются чуть глубже.

К самым глубоководным растениям океана относятся красные водоросли. С ними можно встретиться на глубинах свыше 100 метров. Здесь они выживают благодаря богатому набору пигментов. Красные водоросли, кроме хлорофилла, имеют красный пигмент фикоэритрин и синий фитоцианин, помогающие поглощать крохи зеленых и синих лучей, глубже других проникающих в воду.

Интересное сообщество морских растений имеет постоянную прописку в Саргассовом море. Напомню, что это море не имеет земных берегов, но достаточно глубоководно. Здешние заросли плавучие, и о них нужно было бы рассказать в главе о висячих садах. Однако они совсем не похожи на растительные сообщества поверхности океана. Саргассово море мне представляется пальмовой оранжереей большого ботанического сада.

Лежит Саргассово море в Северном полушарии в самом центре Атлантики между 25 и 35 градусами северной широты и 30 и 70 градусами западной долготы. Роль его берегов выполняют крупные океанические течения: на юге — Северное экваториальное, на западе — Гольфстрим, на востоке — Канарское. Сохранять свою целостность морю помогает то немаловажное обстоятельство, что оно расположено в самом спокойном районе Атлантики, а ограничивающие его течения, видимо, не склонны вовлекать здешние поверхностные слои воды в свое движение. Название этой акватории и возведение ее в ранг моря связано с огромными скоплениями у поверхности океана саргассовых и фукусовых водорослей.

Заросли Саргассова моря образуют главным образом саргассум плавающий и саргассум погруженный. Это крупные, до двух метров, желто-коричневые растения с сильно расчлененными «листьями». Оба растения относятся к бурым водорослям, но в отличие от своих родственников способны жить и размножаться на плаву, ни к чему не прикрепляясь. На «листьях» саргассума плавающего, как ягоды, сидят шаровидные пузырьки, наполненные воздухом. Остальным водорослям, кроме

огромной поверхности, помогают не тонуть их плавающие соседи.

Саргассово море — это своеобразный мир, заселенный большим количеством видов червей, моллюсков, ракоообразных и рыб. Некоторые из них нигде больше не встречаются. Интересно, что многие из этих обитателей открытого океана совсем никудышные пловцы или даже вовсе не умеют плавать. Густые растительные заросли делают это не обязательным.

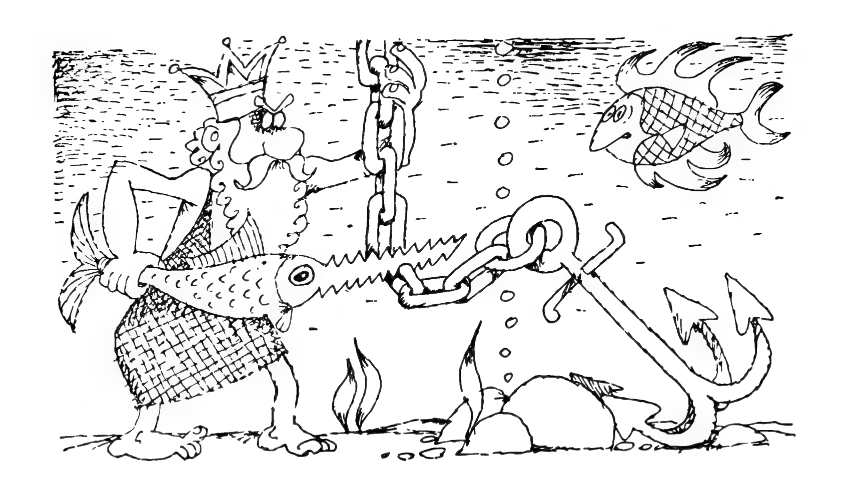
Несколько слов о высших цветковых растениях, возвратившихся в воду. Все 30 их представителей относятся к семействам взморников и руппиевых. Чтобы полностью переселиться в океан, им пришлось освоить опыление своих невзрачных цветов прямо под водой. Они прекрасно с этим справились и, казалось бы, могли оккупировать все доступные растениям глубины, но предпочитают жить у поверхности, зато создают здесь густые «кустарниковые» или травянистые заросли. Лишь немногие, вроде взморника азиатского, могут выжить под 10-метровым слоем воды.

Морские цветковые растения — обитатели умеренной зоны земного шара. Морская трава, или зостера, высокое растение с длинными узкими линейными листьями, произрастает и на Дальнем Востоке, и у побережья Балтийского, Белого и Черного морей. Некоторые взморники способны поселяться на илистых, песчаных и песчано-галечных грунтах. Неудивительно, что волны не только обламывают, но и вырывают растущие на мелководье растения из недостаточно твердых донных отложений, а прибой выбрасывает их на берег. Груды гниющих растений у черноморских пляжей — это в основном зостера. Если обломанные ветки или целые растения море вовремя унесет обратно в воду, они могут где-нибудь укорениться снова. Некоторые цветковые растения более стойки. Взморник филлоспадикс в береговые выбросы не попадает. Он растет лишь на подводных камнях и скалах, держится за них крепко, да и сами листья этого растения обладают значительной прочностью.

Плоды взморников такие же невзрачные, как и цветы, а у руппиевых они крупнее. «Ягоды» имеют грушевидную форму и содержат косточку. Плодик хотя и небольшой, но мясистый и очень питательный. Рыбы охот-

но лакомятся морскими ягодами. Семя плодика, одетое в твердую оболочку, в рыбьем желудке не переваривается, и, разнося семена руппиевых по океану, рыбы способствуют их расселению.

Взморниковые и крупные бурые водоросли создают густые кустарниковые заросли высотою в 1—2 метра и высокоствольные леса — совершенно особый мир прибрежных мелководий, настоящие подводные джунгли, населенные огромным количеством животных. Здесь они находят и стол и дом. На все части морских растений находятся потребители, все годится в пищу. Не меньше ценятся убежища. Подводные леса дают приют даже крупным существам. Над прибрежными зарослями ламинарий, больше известных как морская капуста, любят держаться каланы. Здесь им спокойно. Заросли ограждают прибрежную полосу от морских волн, гасят их. Сюда не смеют соваться касатки, единственные, кроме человека, серьезные враги каланов. Здесь, в ламинариевых лесах, каланы охотятся, здесь же проводят ночи и сладко спят, лежа на спине прямо на поверхности моря, а чтобы ветерок ненароком не унес спящих животных в открытый океан, стараются запутаться в длинных стеблях водорослей. Так на привязи и коротают ночи.



Подданные Посейдона

Ежегодно 23 июня в Древнем Риме справлялись нептуналии — веселые празднества в честь Нептуна, римского аналога древнегреческого бога морей Посейдона. Его соратники по Олимпу, как и сам владыка морей, никогда не чурались общения со всевозможными монстрами и чудовищами. Они легко заводили шашни с любыми страшилищами, включали их в свои свиты, а нередко и сами их создавали, то используя для этого божественную власть, то, не мудрствуя лукаво, обзаводились потомством, рождая его в законном браке или вступая в мезальянс с различным чудовищами. В этом отношении никто из олимпийцев не смог превзойти Посейдона. На счету у повелителя океанской бездны целая плеяда морских демонов — второстепенных существ божественного происхождения, прислуживающих морским божествам более высокого ранга. В их числе сыновья Дельфин и циклоп Полифем, тот самый одноглазый великан, который чуть не сожрал Одиссея и всех его спутников.

От брака Посейдона с Медузой, одной из трех горгон, чудовищных змееволосых дев, взгляд которых превращал людей в камни, появился Пегас — крылатый конь, отличное транспортное средство и по совместительству вдохновитель поэтов. Вообще-то кони Посей-

дона были самым любимым, хотя и странным для типичного «морского волка», хобби. Недаром греки считали его покровителем коневодства и устраивали в его честь в сосновой роще близ Коринфа Истмийские игры с пышными конными ристаниями. И не случайно морские лошадки — гиппокампы, нечто среднее между кентавротритонами и рыбокентаврами, постоянно «паслись» в его чертогах, возведенных где-то на дне Эгейского моря, и были непременными членами свиты.

Древние греки вполне резонно приписывали владыке морей пристрастие к различным монстрам. Они были убеждены, и имели для этого достаточные основания, что подводное царство полно различных чудовищ и странных существ. И нужно признать, они были правы. Рыбацкие сети нередко подтверждали такое предположение, а иногда и морской прибой вносил свою лепту, выбрасывая на берег престранных созданий. В общей сложности в океане нашли пристанище представители 30 типов животных и растений. Представители примерно 52 классов животных из 63, обитающих на нашей планете, приняли участие в освоении океана, а представители 31 класса нигде за его пределами, даже в пресноводных водоемах, не встречаются.

Однако если подсчитать общее количество видов морских животных, то выясняется, что в царстве Посейдона оно не столь впечатляюще, как на суше. За пределами океана обитает в десять раз больше видов животных, чем живет в его глубинах. Считается, что в морской воде получили прописку лишь несколько сотен тысяч, тогда как земные континенты дали пристанище 1,5—2 миллионам видов.

Трудно придумать достаточно удобный и объективный способ классификации обитателей морей, который облегчил бы рассказ о жизни океанских пучин. Попробую-ка сгруппировать их по месту жительства, хотя выбор, сделанный животными в пользу определенных условий существования, признак не слишком надежный.

ПЕНКА

Знакомство с обитателями океана можно начать, не опускаясь в его глубину. С борта океанского лайнера, с прибрежного утеса можно увидеть множество морских

птиц, дельфинов и даже китов. Некоторые птицы постоянно парят над гребнями волн. Они отличные летуны. Их можно встретить и вдали от берегов, и на прибрежных утесах принимающими солнечные ванны и приводящими в порядок свое оперение. Это фрегаты и альбатросы. Они способны покрывать огромные расстояния, перелетая от одного океанского острова к другому, но никогда не ныряют и не пытаются присаживаться на воду, так как их оперение не защищено от намокания, а с мокрыми перьями птицы подняться в воздух не могут.

Можно ли этих птиц считать морскими? Думаю, что можно. Хотя они, впрочем, как и любые другие птицы, чья жизнь связана с океаном, не могут обойтись без суши, которая нужна им в период размножения и как убежище в непогоду, но точно так же не могут обойтись и без моря, так как только с его поверхности способны добывать себе пропитание.

Фрегаты и альбатросы — исключение. Подавляющее большинство морских птиц не только постоянно присаживаются на воду или погружают в нее голову и шею, но даже ныряют, опускаясь на глубины, недоступные большинству пловцов, и проводят в подводном царстве столько времени, сколько не выдержит ни один человек. Наконец, бескрылые пингвины, превосходные пловцы и ныряльщики, проводят в открытом океане по нескольку месяцев подряд.

Большинство морских птиц живет как бы на границе двух сред — воды и воздуха, но больше связаны с воздушной средой. Среди млекопитающих немало таких, которые живут под водой, а на поверхность поднимаются лишь для того, чтобы запастись очередной порцией кислорода. При этом многие из них полностью не порвали связи с сушей. Правда, ластоногим льды вполне заменяют земную твердь. На границе двух сред обитают некоторые рептилии, насекомые и другие животные.

Большая часть обитателей океана живет в толще воды. Не следует думать, что они равномерно заселяют все ее горизонты. Напротив, каждый вид предпочитает какие-то определенные глубины и проводит здесь либо всю свою жизнь, либо какие-то определенные ее периоды. Самым насыщенным жизнью является верхний сто-

метровый слой воды, пронизанный солнечными лучами. Здесь обитают самые разнообразные организмы от простейших одноклеточных существ до высших костистых рыб.

Может показаться странным, но всего несколько десятилетий назад самый поверхностный слой этой богатейшей зоны океана, его верхние 2—3 сантиметра считались абсолютно безжизненными. Океанологи были убеждены, что даже самая мелкая рябь, я уже не говорю о средних или больших волнах, способна нанести непоправимый вред мелким и очень нежным обитателям моря. Еще большую опасность должны представлять ультрафиолетовые лучи солнца, способные погубить все живое. Эти соображения считались непреложными истинами, и ни у кого из ученых даже не возникло мысли проверить, действительно ли приповерхностные слои океана необитаемы.

Лишь в конце прошлого века ученые заметили, что существуют организмы, обитающие в полупогруженном состоянии. Героиней нового открытия явилась пресноводная ряска — растение, встречающееся во всех стоячих водоемах. Столь запоздалое прозрение неудивительно. Есть такое странное свойство человеческой психики: способность не замечать то, что постоянно находится у нас перед глазами. Для организмов, подобных ряске, придумали даже специальное название — плейстон, в переводе на русский язык оно означает: плавающие (живущие) в погруженном состоянии.

Повышенное внимание к ряске дало повод приглядеться к морской поверхности. В океане первыми обратили на себя внимание крупные существа, плавающие, так сказать, по пояс в воде. Это были «португальские кораблики», парусники и порпиты. На их место и роль в сообществах морских организмов гидробиологам открыли глаза советские исследователи. Произошло это вскоре после войны во время первого рейса советского исследовательского судна «Витязь» в тропическую зону Тихого океана.

Португальские кораблики — удивительные существа. Они произошли от древних примитивных животных, ведущих сидячий образ жизни и образующих большие колонии. Многие из них «в детстве» активно передвигаются и подыскивают для дальнейшего жительства прият-

ную компанию. Тяга к объединению привела к возникновению удивительных колоний, которые выглядят как самостоятельный, сложно устроенный организм. Такая колония похожа на какое-то экзотическое животное, и трудно заподозрить, что это не отдельный организм, а целый коллектив совместно живущих членов большой и дружной семьи. Речь идет о представителях класса сифонофор, близких родственников гидроидных медуз. Из них наибольшей известностью пользуется физалия — «португальский военный кораблик».

Чтобы стало понятно, что представляют собою эти необычные существа, разговор придется начать издалека, с общественных насекомых, живущих огромными, иногда и миллионными семьями. Они состоят из пары или большего числа полноценных в половом отношении членов и массы недоразвитых особей, не принимающих участия в размножении, но обеспечивающих потребности семьи в пище, жилище, охране и т. д. В соответствии с этим семья медоносной пчелы делится на три касты: матку, трутней и рабочих пчел. В семьях муравьев и термитов рабочие особи могут быть представлены 1—3, а то и 8 кастами. Представителей каждой касты легко опознать по характерному внешнему виду, их роли в семье и особенностям поведения.

Зоологи прошлого столетия сравнивали семьи общественных насекомых с монархическими государствами, где властвует царственная пара, повелевающая своими бесчисленными подданными. В наши дни общественных насекомых часто называют суперорганизмом, а ее членов сравнивают с клеточками отдельных органов или тканей, призванных выполнять определенные функции. Это ближе к истине.

Такими же суперорганизмами являются сифонофоры. Здесь тоже у каждой особи или группы однородных особей специфическая внешность и только ей предписанные функции. Так что в существовании сифонофор нет ничего из ряда вон выходящего.

Теперь вернемся к физалиям. Кишечнополостные, к которым они относятся, на определенных стадиях развития могут быть представлены двумя разными формами, чередующимися в течение их жизненного цикла. Одно поколение бывает полипами, ведущими прикрепленный образ жизни, другое — свободноплавающими

медузами. Колонии физалий образуются из представителей обеих форм, из полипов и медуз. Фундаментом, или стержнем колонии, является полый ствол, сообщающийся с внутренними пищеварительными полостями всех членов колонии. Благодаря этой системе полостей и каналов пища, попавшая сюда, распространяется равномерно по всей колонии. У физалий ствол укорочен. В его верхней части чаще всего находится медузообразная особь, колокол которой превратился в шарик или баллон, наполненный газом. Этого члена колонии именуют пневматофором.

Газовый пузырь может быть крошечным, диаметром от 1 миллиметра до 2 сантиметров, но у некоторых видов, например, у физалий, его поперечник достигает 30 сантиметров. Чем крупнее пневматофор, тем значительнее его роль в поддержании положительной плавучести животного. Огромный газовый пузырь физалий, окрашенный в голубой или фиолетовый цвет, с красноватым гребнем наверху, почти целиком выступает из воды и служит для «португальского кораблика» парусом.

Тонкие стенки пневматофора обладают значительной плотностью, так как состоят из шести тканевых слоев, да еще покрыты снаружи тонкой хитиновой пленкой, которая, как кожаная оболочка футбольного мяча, не позволяет пневматофору чрезмерно растягиваться и оберегает от губительного воздействия солнечных лучей. Парус-поплавок надежен в эксплуатации и способен выдерживать значительное внутреннее давление.

Непосредственно под пневматофором обычно располагаются нектофоры — «плавательные колокола». Они тоже образованы медузообразными членами колонии. Их бывает несколько, от 2 до 20, иногда 200—400. Они ритмично сокращаются, благодаря чему колония может целенаправленно передвигаться.

Важнейшими членами колонии являются гастрозоиды. Это уже полипы. Они кормят колонию, одновременно выполняя функцию и охотников и поваров. Для ловли добычи «охотник» имеет «арканчик» — длинное ветвящееся щупальце, снабженное стрекательными клетками. Они помогают поймать и убить добычу. Затем щупальце отправляет ее в «рот», а полип надевает «поварской колпак» и начинает готовить обед для всей ко-

лонии. У физалии питающие полипы сидят на «брюхе» колонии. Они напоминают миниатюрные кувшинчики, обращенные своей горловиной — «ртом» вниз.

Еще один вид членов колонии сифонофор — гонофоры выполняют функцию половых органов. У физалий фундаментом для них служат полипоидные особи, сидящие рядком с одним из «поварят» и дающие приют гроздьям гонофор, а также одному большому «плавательному колоколу». Гонофоры являются медузообразной формой. Здесь же находятся полипы, лишенные щупалец. Считается, что они выполняют защитные функции. Когда в гонофоре созревают половые продукты, все сложное сооружение вместе с гастральными полипами отрывается от материнской колонии и отправляется в автономное плаванье. Вот для чего здесь находятся «плавательные колокола».

Члены колонии связаны между собою волокнами общеколониальной нервной системы. Поэтому повреждение одного члена вызывает оборонительную реакцию всей колонии. В первую очередь сокращаются щупальца полипоидных особей, сами полипы и пневматофор. В результате общий размер сифонофоры уменьшается, увеличивается ее удельный вес, и она погружается в более глубокие слои воды или начинает двигаться в другую сторону. Иногда это помогает «кооперативному» живому существу избежать опасности.

Плавательный пузырь фазалий асимметричен. Различают так называемые «правую» и «левую» формы колоний. Асимметрия усиливается благодаря S-образной форме гребня. Такой парус позволяет «португальскому кораблику» плыть под острым углом к ветру, причем «правые» плывут налево, а «левые» — направо. Иногда физалия делает поворот вокруг своей вертикальной оси, ложится на обратный курс и плывет против ветра. Часто сифонофоры собираются в стаи. Их флотилии состоят или из одних «левых», или только из «правых» португальских корабликов. Вместе они плыть не могут, ведь ветер несет их в разные стороны. Движение стаи напоминает маневры огромной эскадры парусных судов.

В теплых морях поверхность океана бороздят парусники и порпиты. Они значительно меньше физалий. Ствол этих колоний превратился в овальную пластинку. На ней сверху расположен большой пузырь, надутый

газом. У большинства парусников он плоский, имеет вид треугольника, а у порпит это простое утолщение диска. Благодаря хитину его оболочка обладает высокой прочностью. Под ним к центру опорной пластинки прикреплен крупный питающий полип, окруженный стайкой более мелких гастроидных полипов. Здесь же, вперемежку с кормильцами, прикреплены тонкие щупальцеобразные выросты, или нити, обычно ветвящиеся. Они покрыты батареями стрекательных капсул. Это штатные защитники колонии. У парусников питающие члены по совместительству занимаются размножением. От них отпочковываются медузки, которые, возмужав, покидают семью, чтобы основать собственную колонию.

Парусники образуют огромные стаи. Они способны менять направление движения, и все же волны тысячами выбрасывают их на берег. Порпиты не имеют возможности маневрировать, но из-за меньшей парусности скорость их движения невелика, и это спасает их от гибели.

Для советских ученых, впервые оказавшихся в тропиках, вид огромных скоплений корабликов был в диковинку, и они смогли взглянуть непредвзято на жизнь существ, которые в тихую погоду часами подвергают свой парус воздействию жгучих солнечных лучей, а в ветреную — каскаду ударов волн. Невиданное ранее зрелище привлекло внимание к поверхности океана.

Первые исследования, первые пробные обловы поверхностного слоя воды принесли обильную дань. Оказалось, что в тропиках здесь полным-полно всякой мелюзги, различных ракообразных, в том числе небольших креветок и крохотных крабиков, моллюсков, червей, рыбьих мальков и другой морской мелочи с прозрачным или полупрозрачным телом, окрашенной в синий цвет, а по поверхности воды снуют водомерки, как две капли воды похожие на пресноводных. И это в тысячах километров от ближайшего берега!

Заслуга в том, что миф о безжизненности поверхности океана был окончательно развеян, принадлежит ученым Одесской биологической станции, позже преобразованной в отделение Института биологии южных морей. Они обнаружили богатейшую жизнь в приповерхностных слоях Черного моря. Оказалось, что многим мелким обитателям моря больше всего нравится жить

у самой поверхности. В любой точке океана жизнь бьет здесь ключом.

Богатая жизнь поверхности океана объясняется тем, что ее подкармливает суша. Ветры несут в океан пыль и разный мелкий мусор. Не думайте, что все это оседает тут же в прибрежных районах. Ураганы, проносясь над Сахарой, поднимают в воздух тучи песка и легко переносят через Атлантический океан. Ветры несут «мусор» из глубины материков. Среди даров суши для океанов важнее всего споры и пыльца растений, а также трупы насекомых. Их не бог весть сколько. Ю. П. Зайцев считает, что если летом с поверхности Черного моря собрать всех насекомых, то в общей сложности их окажется около 10 тонн. Считается, что ветры ежемесячно выбрасывают на поверхность Черного моря не менее 100—150 тонн насекомых! Пока никто точно не знает, сколько времени этот лакомый корм может здесь храниться, прежде чем будет съеден хищниками или уничтожен бактериями.

Поверхностный слой подкармливается и за счет более глубоких горизонтов воды. Век мелких существ недолог. Те, что не попали в желудки хищников, гибнут от старости. Дождь из крохотных трупиков постоянно моросит в океане. Однако тела тех, что погибли в самых верхних теплых горизонтах воды, тут же начинают разлагаться, что сопровождается выделением газов, благодаря которым они становятся легче и всплывают к поверхности. По той же причине могут всплывать фекалии морских обитателей, остатки их пищи и любые частички органического вещества. Это прекрасный корм для обитателей подповерхностного слоя океана.

Среди веществ, всегда присутствующих в океане в виде раствора, взвесей или суспензий, непременно находятся белки и аминокислоты, жиры, углеводы и витамины. Они приносятся в океан многочисленными реками, образуются на месте при разложении тел погибших организмов и выделяются в воду живыми существами. Для удобства их всех скопом называют неживым органическим веществом. Не думайте, что его мало. Организмы, способные усваивать растворенные в воде вещества, имеют неограниченные ресурсы. Витамина B_{12} в морской воде так много, что подданные Посейдона не испытывают в нем недостатка. Советские ученые под-

считали, что количество неживого органического вещества океана в 500 раз превышает количество живого, то есть суммарный вес бактерий и микроскопических водорослей, простейших, мельчайших и крупных ракообразных, различных моллюсков, рыб, тюленей, дельфинов, китов и всех остальных обитателей моря.

Неживое органическое вещество распространено в морской воде неравномерно. Особенно много его на поверхности. Здесь оно образует «пенку». Несмотря на энергичное использование органики, ее количество всегда остается высоким, так как беспрерывно пополняется за счет запасов глубинных горизонтов океана. Толща океанской воды содержит достаточно большое количество крохотных пузырьков газа, медленно поднимающихся к поверхности. Они возникают в результате разложения органического вещества, выделяются растениями и животными.

Пока пузырьки газа всплывают, на их поверхности адсорбируются органические вещества. В оболочке из органики, как в корпусе батискафа, пузырек продолжает подъем, по пути захватывая все новые молекулы и частички органического вещества. Стенки «батискафа» спасают пузырек. Без них он обязательно бы растворился, так как концентрация в морской воде любых газов далека от возможного предела. Благополучно добравшись до поверхности, пузырек в конце концов лопается, а принесенные им вещества переходят в «пенку». О ее существовании свидетельствуют зеленовато-желтые тяжи и комки пены, выброшенные после сильного волнения на пляжи. Это и есть сгустки органического вещества.

Обилие у поверхности моря трупов наземных существ и представителей подводного мира, а также взвеси неживого органического вещества создают прекрасную базу для развития колоссальной армии бактерий. Вот почему в верхнем трех-пятисантиметровом слое их в 3—100 раз больше, чем в остальных горизонтах воды, а если собрать «пенку», то бактерий здесь окажется в несколько тысяч раз больше, чем на глубине 10 метров. Обилие неживого органического вещества и микробов — прекрасная кормовая база для всех мельчайших животных, способных отфильтровывать их из воды.

Теперь пороемся в планктонной сетке и попробуем

составить представление о тех животных, что решились связать свою судьбу с поверхностью океана. Заранее хочу предупредить, что, хотя тут попадаются достаточно крупные создания, без микроскопа нам не обойтись. Больше всего здесь реснитчатых инфузорий — тинтиннид — морских колпачков-колокольчиков, путешествующих в собственном доме. Среди мельчайших планктонных организмов, размер которых не превышает 35 микрон, они доминируют.

Многоклеточные животные представлены главным образом ракообразными. Из более крупных нужно упомянуть кишечнополостных, плоских червей и моллю-



сков. Вблизи морской «пенки» находят приют их дети, личинки всевозможных червей, моллюсков, усоногих и веслоногих ракообразных, рыб, а также рыбья икра. Здесь они проводят свое раннее детство.

Между прочим, академиком АН УССР Ю. П. Зайцевым именно под морской «пенкой» была обнаружена икра кефали и многих других рыб. После этих исследований, а также более ранних работ А. И. Савилова в мировой океанологии возник серьезный интерес к изучению поверхности океанов.

Животные, обитающие у самой поверхности, постоянно сталкиваются с серьезными механическими воздействиями волн и ветра, каскадов брызг и дождевых капель, постоянно разрушающих устоявшийся мирок, в котором они живут. Поверхность океана — место с самой изменчивой температурой воды. Днем она может значительно повыситься, а ночью именно поверхность охлаждается больше всего. Кроме того, в большинстве районов океана наблюдаются сезонные колебания, и зимой температура поверхности воды падает так низко, что кое-где она покрывается льдом. Жизнь здешних обитателей осложняют постоянные колебания солености. Дожди, обрушивая на океан потоки пресной воды, резко уменьшают соленость поверхностного слоя, а в жаркую погоду испарение, наоборот, приводит к повышению солености.

Среди наиболее неблагоприятных факторов — солнечная радиация, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. В том, что обитатели океана боятся света, ученые не сомневались. Ежедневно с приближением рассвета огромные массы планктонных организмов опускаются вниз, скрываясь в полумраке глубин, а с наступлением темноты устремляются вверх. Видимо, они избегают именно света, так как в лунные ночи к самой поверхности не поднимаются.

Оказалось, что так поступают любые планктонные организмы, кроме тех, чья жизнь связана с «пенкой». Они почему-то от солнечных лучей не страдают. Ученые пока точно не знают, каков механизм этого явления. Многие из тех, кому ультрафиолетовые лучи не вредят, в том числе и бактерии, хорошо пигментированы, то есть защищены от них цветным экраном. Другие живут в собственных домиках, правда, прозрачных. Но это ни о

чем не говорит. Сквозь прозрачные окна наших квартир ультрафиолетовые лучи не проникают, может быть, их задерживают и стенки переносных домиков.

Нельзя забывать, что для большинства животных ультрафиолетовые лучи необходимы, особенно для молодняка. Недаром в зимнее время у нас на Севере в детских учреждениях практикуется обязательное облучение ультрафиолетовыми лучами. Та же практика принята в животноводстве. Все зависит лишь от дозы. Видимо, ультрафиолетовые лучи необходимы обитателям «пенки» и стимулируют их развитие. А оно идет бурными темпами, что, кстати, предохраняет здешних обитателей от значительных доз облучения. Инкубация икры осуществляется здесь за считанные часы, всего за 1—2 суток. Кефаль, например, предпочитает нереститься во вторую половину дня, когда солнце спускается к горизонту и его лучи скользят по поверхности моря, а развитие икры занимает всего две ночи и лишь один день.

Падение температуры и образование льда не наносит ущерба живущим здесь существам. Некоторые из них успешно развиваются в толще льдин, создавая скопления, в десятки раз превышающие по плотности те, что встречаются в воде. К таким удивительным организмам относятся микроскопические диатомовые и жгутиконосные водоросли. Крохотные каверны в толще льда, в которых они скапливаются, заполнены рассолом — раствором солей в талой воде. Она сохраняет кристаллическую структуру льда и является отличным биостимулятором, чем и объясняется зимний всплеск жизни. С наступлением лета, когда полярные льды тают, освобождая плененные водоросли, на нежданно богатых харчах бурно развиваются и жиреют животные планктона.

Масса света, покрывающая энергопотребности фотосинтеза, живительное тепло, стимулирующий эффект ультрафиолета и талой воды, запасы микроэлементов, нитратов, фосфатов, аммиака и соединений серы, отличная обеспеченность кислородом и отсутствие перебоев в доставке углекислого газа, необходимого водорослям сырья, наконец, высокая концентрация неживого органического вещества, делают «пенку» житницей океана. Нигде больше не встретишь такого скопления яиц и личинок самых разных беспозвоночных животных и маль-

ков всевозможных рыб. Выйдя из «ясельного» возраста, они расползаются по океану, поселяясь на постоянное жительство в удобных для себя горизонтах. Дары «пенки» кормят весь океан, всех более крупных его обитателей.

Огромное количество неживого органического вещества, скапливающееся у поверхности воды, не может быть съедено обитателями этого горизонта. Одновременно с подъемом из морских глубин пищевых веществ в противоположном направлении движется встречный поток съедобных частичек. Это возвращаются назад те же частички, которые недавно всплыли наверх, только они стали крупнее, склеившись из более мелких, потеряли газовые включения, увеличили свой удельный вес, и поэтому теперь тонут. Эти кусочки детрита — другая половина изначальных пищевых ресурсов океана, вторая ножка стола, за которым обедают его обитатели. Вот что такое «пенка»!

ДОМОСЕДЫ

Всю массу живущих в толще воды существ можно разделить на домоседов и странников. Правда, при этом невольно возникает вопрос: как можно стать домоседом там, где не только нельзя возвести дома, но даже не на что присесть. Действительно, название этих групп животных не совсем удачно. Оно подразумевает, что одни из них обитают в строго определенном объеме воды, а другие свободно передвигаются по океанским просторам, предпринимая подчас тысячекилометровые путешествия.

Нельзя сказать, что домоседы вообще не способны активно передвигаться. Строго говоря, таких существ практически нет. Домоседам инкриминируется лишь неспособность противостоять течениям. Подавляющее большинство домоседов невелики ростом, и поэтому не в состоянии развивать значительную скорость и покрывать большие расстояния. Это не значит, что они совсем никудышные пловцы. Если выразить скорость передвижения в относительных величинах, сопоставив ее с размером тела пловца, то среди планктонных организмов непременно найдутся серьезные конкуренты быстроходных рыб.

Домоседов всех скопом, не задумываясь об их видо-

вой принадлежности, относят к планктону. Это слово греческого происхождения и означает «парящий» или «блуждающий». Им называют сообщество животных, пассивно дрейфующих по воле волн. Океанские течения позволяют планктонным организмам совершать немалые путешествия, и дальность вояжа ограничивается лишь продолжительностью жизни этих маленьких и чаще всего недолговечных путешественников.

Обитателей толщи воды трудно четко разделить на домоседов и странников. Некоторые из них, хотя и не пытаются спорить с океанскими течениями, совершают неблизкие круизы, то уходя на глубину или поднимаясь к поверхности океана, то уплывая в открытое море и возвращаясь назад в прибрежную зону. Это, так сказать, «местный» туризм, прогулки вблизи своего дома.

В число планктонных животных, пассивно дрейфующих по воле ветра и течений, входят мелкие и мельчайшие создания размером от 5 микрон до 5, редко до 10 сантиметров и больше. Среди немногих исключений сцифоидные медузы, вес которых может исчисляться в килограммах, а диаметр «колокола» — зонтикообразного тела животных — иногда достигает одного и даже двух метров. Многие мелкие и мельчайшие планктонные животные образуют плавучие колонии. Объединения огнетелок достигают размеров, исчисляемых метрами. Длинные червеобразные колонии способны создавать даже спумеллярии — крохотные одноклеточные существа, живущие в сферической раковине, утыканной трочащими в разные стороны иглами.

К мельчайшим представителям планктона относятся простейшие одноклеточные организмы. В его состав входят представители фораминифер, живущие в миниатюрной хитиновой раковине, с длинными радиальными иглами, акантарий, чье крохотное тельце снабжено скелетом из 20 радиально расположенных игл, образованных сернокислым стронцием, радиолярий (или лучевиков), тоже имеющих раковину из аморфного кремнезема, но внутреннюю, находящуюся в их маленьком теле и защищающую не всю клетку, а лишь ее важнейшие органоиды, и упомянутые выше спумеллярии. Они близкие родственники, кроме того, в состав планктона входят тинтинниды — представители реснитчатых инфузорий, живущие в собственном доме — хитиноидной ра-

ковине, имеющей шаровидную, чашевидную или трубчатую форму.

Следующая размерная группа планктонных животных представлена главным образом ракообразными. У нас, горожан, упоминание об этой обширной группе животных способно лишь вызывать смутные воспоминания о небольших консервных банках с изображением камчатского краба на этикетках, которые когда-то давным-давно пылились на полках любого магазина, да о речных раках, которых летом было принято подавать к пиву. Многие планктонные ракообразные не имеют с ними внешнего сходства, а ростом значительно меньше своих благородных родичей. Эта «рачья» мелюзга — центральная фигура океана, так как занимает в царстве Нептуна ключевые позиции.

Самые мелкие и многочисленные, а потому и самые важные планктонные ракообразные относятся к подклассу веслоногих. Их размер колеблется от 0,1 до 15 миллиметров. В разных районах Мирового океана в различные сезоны года их количество достигает 50—90 процентов всех планктонных животных. Наиболее заметная особенность веслоногих — пара длиннющих мохнатых антеннул, попросту говоря, усиков и своеобразная «походка» — перемещение толчками.

К более крупным ракообразным относятся представители подкласса челюстеногих — копеподы. Их размер колеблется от 0,5 до 12 миллиметров. По весу они составляют 50 процентов всех живых обитателей воды, а нередко их масса достигает 90—95 процентов! Летом в Северном Ледовитом океане и в антарктических водах море кишит этими рачками. В Баренцевом море в одном кубометре поверхностного слоя воды их бывает 15—30 тысяч.

В двухстворчатой раковине, запираемой мощным мускулом, как в подводной лодке, странствуют по океану ракушковые — крошечные существа размером до 1 миллиметра, реже более крупные. Из нее высовываются лишь антенны, ножки и придатки кончика брюшка, осуществляющие внешнюю разведку.

Самые крупные из планктонных ракообразных — эвфаузииды. Не разбираясь детально в видовой принадлежности отдельных рачков, их с легкой руки норвежских китобоев всех скопом называют крилем, которым исстари питаются усатые киты. Приготовленная из него

кормовая мука с недавнего времени стала входить в жизнь животноводов, а теперь криль появился и на прилавках магазинов в виде вполне съедобных консервов. Жаль, что рачки такие маленькие, от 1, редко до 10 сантиметров, и одеты в твердый хитиновый панцирь, снимать который с таких малявок трудно. Внешне эвфаузииды похожи на креветок и мизид. Эти непоседы живут в толще воды.

К числу высших раков относятся мизиды, небольшие рачки длиною 1—2 сантиметра, внешне похожие на маленьких креветок. Такого же размера планктонные бокоплавы. Их название не соответствует действительности. Бокоплавы плавают спиной вверх. Только когда заплывают на совсем мелкое место, где ноги достают до дна, переворачиваются на бок. Дело в том, что тело у бокоплавов сжато с боков, да еще и выгнуто дугой. «Шлюпке» с такими обводами корпуса плыть по мелководью неудобно.

Планктонные мизиды — хищники. Жертвами их служат медузы, гребневики, кораллы, черви и различные ракообразные. Нападая на добычу, во много раз превосходящую их размерами, они объедают все доступные части. В телах медуз, гребневиков, огнетелок и в сифонофорах рачки выгрызают ниши и норки и, устроившись с комфортом, отправляются в плавание по океану, питаясь в пути стенками живого плавучего дома.

Встречаются в планктоне даже креветки и крохотные крабики. Если остальные ракообразные, о которых здесь говорилось, живут у поверхности или появляются там достаточно регулярно, то среди креветок подавляющее большинство глубоководных. Размеры этих существ позволяют им совершать дальние кочевки и даже плыть против течения, однако настоящими странниками их не назовешь. Не вышли они для этого ростом.

Мы привыкли, что черви живут в земле, но среди морских многощетинковых червей — полихет — есть неплохие пловцы. Их тело разделено на отдельные сегменты, несущие многочисленные щетинки. Они используются как весла. Входят в состав планктона и моллюски. Больше всего здесь крылоногих, владеющих несвойственными моллюскам крыловидными веслами-плавниками, представляющими собою выросты верхней части ноги, которая за явной ненадобностью уменьшена. Кры-

лоногие — чисто планктонные организмы. Несмотря на определенные неудобства, многие из них сохранили дом, — спирально закрученную или коническую раковину и постоянно таскают ее за собой. Все крылоногие хорошие пловцы, но спорить с течением им трудно. Могучий Гольфстрим постоянно выносит в Баренцево море тропических моллюсков, которые в Ледовитом океане размножаться не способны.

Верхние горизонты воды буквально бурлят жизнью, однако это не всегда бросается в глаза: многие планктонные организмы прозрачны. Даже к содержимому планктонной сетки нужно внимательно присмотреться, чтобы понять, что она принесла. К числу таких существ относятся морские стрелки, небольшие животные от 5 миллиметров до 10 сантиметров длиной. Их изящное, действительно стреловидное тело прозрачно. Хвост одет плавником. Кроме того, есть еще пара или две боковых плавников. Они лишены специальной мускулатуры, но усиливают эффект от движения туловища, когда животные его изгибают, производя молниеносный скачок. Морские стрелки — жестокие хищники. Свою добычу они таранят головой, вооруженной двумя пучками острых серповидных щетинок. В момент толчка крючья-щетинки впиваются в тело жертвы, смыкаются, и она оказывается в капкане. Это позволяет нападать на крупных животных. Сопротивление бесполезно. Раздвинуть «дужки» капкана невозможно. Морские стрелки, когда их становится много, наносят планктону заметный урон. Больше всего страдают представители веслоногих ракообразных — каланиды.

В море в первую очередь бросаются в глаза самые крупные, а потому и самые заметные представители планктона — сцифоидные медузы. У них полупрозрачное, однако хорошо заметное в воде тело, так как отдельные его части, в первую очередь половые продукты, бывают ярко окрашены.

Медузы — это половое поколение книдарий (стрекающих), относящихся к типу кишечнополостных. Они являются представителями двух классов животных — гидроидных и сцифоидных, для которых, как уже говорилось, характерны две самостоятельные жизненные формы: оседлая — в виде прикрепленного к субстрату полипа и свободноплавающая — медузы,

Животные, которых мы называем медузами, относятся к классу сцифоидных. Именно с ними люди чаще всего и встречаются. Больших различий между гидроидными и сцифоидными медузами нет. Их студенистое тело внешне напоминает диск, колокол или зонтик. У гидромедуз колокол иногда приобретает неправильную экзотическую форму. Они невелики. Размер их тела колеблется в пределах от нескольких миллиметров до нескольких, изредка до 10, сантиметров.

Сцифоидные медузы крупнее. Обычно это очень красивые существа. На нижней стороне зонтика, в самом его центре находится ротовое отверстие (у гидромедуз



оно располагается на конце ротового хоботка), окруженное четырьмя ротовыми лопастями, а край зонтика имеет фестончатый вид, так как расчленен на 8—16 лопастей. К их нижней поверхности прикрепляются длинные хватательные щупальца, иногда достигающие 30 метров в длину, и маленькие, на которых находятся органы чувств.

У гидроидных медуз край зонтика чаще всего бывает ровным и несет на себе кольцевидный вырост, благодаря чему отверстие колокола оказывается зауженным, а тело животного приобретает шарообразную форму.

Крупных медуз можно подобрать на любом пляже, куда в ветреную погоду волны выбрасывают их сотнями. Личный контакт с некоторыми из них не очень приятен, а потому запоминается надолго. В морях, омывающих нашу страну, наиболее многочисленны два вида. Аурелия, или ушастая медуза, получила свое название из-за напоминающих ослиные уши ротовых выростов, торчащих с нижней стороны ее плоского тела. Дисковидная форма не позволяет ее крупному телу, иногда достигающему в диаметре 40 сантиметров, существенно сокращаться, поэтому активно плыть она не может. Аурелия — любительница холодной воды, и наши моря ее устраивают. Она встречается от Баренцева и Белого морей на севере до Черного и Азовского на юге и от Балтики на западе до Берингова и Японского морей на востоке и всюду довольно многочисленна.

Еще крупнее и красивее корнероты. Диаметр их полусферического колокола может превышать 25 сантиметров, а все животное с ротовыми лопастями и их выростами с трудом уместится в большом ведре. Медуза похожа на старинную лампу с замысловатым абажуром. Полупрозрачное тело имеет голубую или фиолетовую отделку. Это более теплолюбивые животные, чем аурелии, но Черное море им подходит. Зонтик медузы постоянно сокращается, и животное активно передвигается. В воде она может принимать любое положение и чаще всего плывет «на боку». Когда корнероту хочется уйти от поверхности, он не прекращает движений, как поступают другие медузы, чтобы спокойно «утонуть», а поворачивается куполом вниз и, продолжая ритмически сокращаться, уверенно уходит на глубину.

У корнеротов нет ротового отверстия. Оно заросло!

Это не означает, что медузы живут «святым духом». Рот им заменяют многочисленные мелкие отверстия, разбросанные по складкам ротовых лопастей. Через них в гастральную (желудочную) полость животного попадают мельчайшие планктонные организмы, являющиеся для корнеротов пищей. Это позволяет маленьким рыбешкам поселяться в лабиринте ротовых лопастей медузы, не боясь быть съеденными. Если палочкой энергично поковыряться в лопастях медузы, удается буквально на несколько секунд выгнать стайку квартирантов наружу, но они стремятся тут же юркнуть обратно.

У корнеротов нет щупалец, но сколько угодно стрекательных клеток. Они гарантируют приживалам действенную защиту. Даже у человека после кратковременного контакта с медузой на коже рук останется огромное количество стрекательных нитей. Во избежание серьезных неприятностей такими руками, даже вымытыми самым тщательным образом, лучше не дотрагиваться до глаз, губ, нежной детской или женской кожи.

Рядом с медузами обитает огромное количество сифонофор, не обладающих таким большим газоносным пузырем, каким владеют физалии. Они живут в толще воды, их небольшой поплавок никогда не поднимается над ее поверхностью.

К типично планктонным животным относятся гребневики — близкие родственники кишечнополостных животных, размером от 2—3 миллиметров до 2,5 метра. Их около 120 видов. Эти полупрозрачные животные, похожие на медуз, имеют шаровидную, овальную, яйцевидную или сигарообразную форму и при этом нередко напоминают небольшой мешочек. С одной стороны мешка расположен рот, а на другой — орган равновесия, позволяющий животному принимать в воде необходимое положение, ориентируясь по направлению действия сил земного притяжения.

Гребневики — радиально-симметричные животные. Одно из проявлений этого вида симметрии: восемь рядов гребных пластинок, опоясывающих тело животного в меридиональном направлении. Название произошло от слова «гребенка». Под микроскопом они действительно напоминают небольшие расчески. Зубцы гребенки образованы слипшимися гигантскими ресничками длиною до нескольких миллиметров! Благодаря биению пластинок

животное перемещается в пространстве ротовым концом вперед.

Большинство видов гребневиков имеют два симметрично расположенных щупальца, торчащих из специальных карманчиков. Обычно они бывают значительно длиннее тела животного, но в минуту опасности могут полностью убираться в свои хранилища. Вдоль одной из сторон щупальца тянется бахрома из тонких длинных нитевидных выростов.

Важным отличием гребневиков от кишечнополостных является полное отсутствие у них стрекательных клеток. Их заменяют клейкие клетки, густо покрывающие щупальца. Они выступают над поверхностью отростка небольшими, бугристыми желваками, похожими на ягоду малины. От основания клетки внутрь щупальца уходят два тяжа, они крепятся в его глубине к мышечным клеткам. Один тяж прямой. Это видоизмененное ядро клетки. Вокруг него спирально закручен второй. Мелкая дичь приклеивается к наружной поверхности клейких клеток. Если пойманная добыча сопротивляется, освободиться ей мешает эластичность крепежных тяжей и мышечных клеток, к которым они прикреплены. Они пружинят, растягиваются, гася усилия сопротивляющегося животного, утомляя и изматывая его. Особенно долго удерживать добычу гребневику не приходится. Щупальце подтягивается к ротовому отверстию, и дичь исчезает в желудке.

У крупных хищников вроде морских огурцов — бёрое щупальца отсутствуют. Эти животные похожи на мешок с большим ртом, в котором мгновенно исчезает крупная добыча: сальпы, медузы и гребневики почти такой же величины, как сам хищник. Потеря щупалец компенсируется наличием «зубов» — гигантских реснитчатых образований, которыми усажена внутренняя сторона наружного края глотки. Бёрое — опасный хищник. Его тело — мешок имеет в глубину до 30—40 сантиметров. В полярных морях они часто образуют огромные скопления. Уничтожив в океане крупных хищных животных, гребневики создают благоприятные условия для бурного размножения более мелких хищников, обрекая самых маленьких планктонных животных на почти полное уничтожение.

Интересны лентообразные гребневики. Самый круп-

ный из них до 2,5 метра — венерин пояс. Животное получило свое название за красоту, за цветные переливы, возникающие в прозрачном теле при биении гребных пластинок. Венерин пояс представляет собою прозрачную ленту, совершающую змееобразные движения и неторопливо плывущую в толще воды. Бессмысленно искать рот животного на любом из концов ленты. Он находится в ее центре, на нижнем ребре лентообразного тела. Над ртом, на верхнем ребре располагается орган равновесия. Такая своеобразная форма возникла за счет уплощения тела животного с боков.

Венерин пояс не украшен щупальцами, но они есть. Просто животное держит свои «руки» в карманах, находящихся в центре на плоских «боках». Для ловли добычи у лентообразных гребневиков предназначен окантованный цепочками усиков слизистый желобок, проходящий по нижнему ребру от рта к концам тела животного. Усики подхватывают все живое, что в состоянии удержать, и транспортируют по цепочке к ротовому отверстию. Так разгружают баржи с астраханскими арбузами, передавая их из рук в руки.

Морские колпаки с невероятно нежным телом напоминают медуз, а не гребневиков. Внутренняя сторона колпака выполняет функцию липучки для ловли мух. Животное не делает никаких усилий, чтобы поймать что-нибудь вкусненькое, а просто ждет, когда его облепят рачки и прочая мелочь. Почувствовав, как что-то живое копошится на его «брюхе», эта часть тела старается подтянуться ко рту, сидящему на кончике небольшого хоботка, и гребневик приступает к обеду.

Последняя группа крупных представителей планктонных организмов — оболочники, занимающие промежуточное положение между миром беспозвоночных и позвоночных животных. Тип оболочников объединяет пять классов: асцидий, сальп, бочоночников, огнетелок и аппендикулярий. Всего известно более 100 видов. Кроме асцидий, все оболочники типичные жители планктона.

Представители классов сальп и бочоночников имеют много общего. Внешне многие из них действительно напоминают бочонки, другие больше смахивают на обычный огурец. Это небольшие существа размером от нескольких миллиметров до 3 сантиметров у бочоноч-

ников и до 30 — у сальп. На одном конце тела у них расположен рот, на другом отверстие, позволяющее освободиться от пищевых отходов. Ткани тела настолько прозрачны, что отлично виден кишечник, которому придает зеленовато-бурый цвет его содержимое. Под студенистой оболочкой находятся 8 мышечных обручей, надетых на тело животного. У сальп они разорваны на брюшной стороне тела. Мышцы предназначены для того, чтобы проталкивать воду через внутренние полости тела ото рта к анальному отверстию.

Сальпы и бочоночники — изнеженные теплолюбивые существа, обитающие главным образом в тропиках, а в районы умеренного климата заносятся теплыми течениями. Сальпы способны образовывать огромные скопления. Оболочники употребляют в пищу одноклеточные водоросли, частички органического вещества и всякую крохотную живность. Там, где океан кишит сальпами, «морской бульон» становится совсем жидким и уже не может прокормить многих планктоноядных животных, которые, видимо, голодают и гибнут от дистрофии. Ну а рыбы просто покидают районы, где урожай уже собран.

Сальпы, вероятно, еще не решили, как им лучше жить, большими компаниями или поодиночке. Представители почти любого вида сальп то живут отшельниками, то объединяются в крупные коллективы. Их дети долго живут при «матери». От специального выроста тела они отрываются целыми цепочками. Молодые сальпы снабжены восемью стыковочными присосками. В получившей самостоятельность цепочке каждая особь живет сама по себе. Они просто соседи и ничем друг другу не обязаны. Если жизнь в коммунальной квартире надоедает, животные расстаются с соседями.

Представителей класса аппендикулярий не тянет к сородичам, и компаний они никогда не образуют. Это мелкие существа размером от 0,3 до 3 сантиметров. Они абсолютно не похожи ни на кого из своих родичей. Их короткое компактное «туловище» снабжено длинным изящным хвостом. Он придавал бы аппендикуляриям сходство с головастиками, если бы не их привычка держать хвост подогнутым под брюхо. Поза вынужденная. Аппендикулярии живут в прозрачном домике — капсуле и отдельно для хвоста там места нет. Домик — обычная оболочка, которая отделилась от туловища, так что

хозяин может двигаться внутри помещения. В передневерхней части дома находятся два окна, зарешеченные такой частой решеткой, что сквозь нее могут проходить планктонные организмы и частички органического вещества размером не более 20 микрон. Аппендикулярии питаются мельчайшей пищей, даже диатомовые водоросли им не по зубам. Крупноваты!

Увы, фильтр у аппендикулярий очень скоро засоряется. В богатых жизнью районах океана он уже за несколько часов полностью закупоривается и перестает пропускать даже воду. В таком доме хозяину грозит голодная смерть. Аппендикулярии не способны очистить решетку от налипших на нее планктонных организмов и разного морского хлама. Поневоле хозяину приходится проломить хвостом пол своего жилища в том месте, где он особенно тонок (вот почему хвост подогнут под «брюхо»), покинуть помещение и срочно приступить к возведению нового дома.

Строительство ведется в быстром темпе. Уже через час новое жилье готово, и хозяин начинает его обживать. За короткий период сквозь его заборные люки успевает пройти до 100 кубических сантиметров воды! Домик аппендикулярий хрупок. Он предназначен не для защиты от врагов, а служит лишь приспособлением для извлечения из воды мельчайших пищевых объектов. Поэтому представители семейства ойкоплеурид покидают свое жилище при малейшем намеке на опасность.

Последний класс планктонных оболочников — огнетелки названы так за способность испускать яркий свет. Эти «общественные» животные не терпят одиночества и живут непременно большими многотысячными колониями, втиснутыми в общую надежную оболочку. Колония, как и у сальп, образуется путем почкования. Однако юные огнетелки не остаются жить там, где родились. Перебраться на постоянное место жительства им помогают уникальные носильщики — крупные странствующие клетки фороциты, внешне похожие на амеб. Они, как заправские грузчики, подхватывают себе на спину огромную почку и, передвигаясь с помощью псевдоподий, тянут ее сквозь оболочку в определенное место общего дома, где из нее образуется новый член колонии, а отсюда таким же образом на окончательное местожительство. В колониях огнетелок все члены равны, одина-

ковы и полностью независимы от соседей. Живые строительные блоки размером от 3—4 до 18 миллиметров сидят, тесно прижавшись друг к другу, образуя цилиндрическое тело колонии.

СТРАННИКИ

Крупные, сильные, энергичные обитатели океана не зависят от морских течений. Они не согласны жить оседло в определенном районе или в одном и том же объеме воды, даже если он энергично движется, не довольствуясь ролью пассажиров, странствующих по океану по воле его течений. Такие существа путешествуют вдали от берегов, нигде подолгу не останавливаясь. Не следует думать, что они совершенно свободны в выборе маршрута. Области их обитания, а значит и странствий, хотя и обширны, но имеют вполне определенные границы и определяются температурой воды, ее соленостью, величиной создаваемого ею давления и пищевыми ресурсами.

Позже мы постараемся разобраться, почему живые организмы лишены удовольствия произвольно менять свое местожительство. Сейчас ограничимся тем, что разделим рыб, самых заметных обитателей океанских просторов, выбравших профессию туристов, на глубоководных, живущих в вечном мраке океанской пучины, и на любителей света, предпочитающих держаться у поверхности, где можно насладиться веселыми солнечными лучиками.

Как ни однообразен на вид океан, условия жизни у поверхности меняются более значительно, чем в его глубинах. Именно здесь имеет смысл совершать дальние путешествия, для чего необходимо быть хорошим пловцом и иметь достаточно силенок. Вот почему странники верхней океанической зоны чаще всего крупные существа, способные развивать большие скорости и покрывать значительные расстояния. В царстве Посейдона они по этим показателям рекордсмены. У поверхности живут самые большие из современных рыб: 15-метровая китовая акула, достигающая 14 тонн веса, и ненамного от нее отстающая гигантская акула, а также крупная, длиною до 6,5 метра и весом до 3 тонн хищная акула

кархародон — герой голливудского кинобоевика «Челюсти».

Здесь же бороздят океанские просторы синий марлин, крупнейший представитель костистых рыб, достигающий 5-метровой длины и веса до тонны, так красочно описанный Э. Хемингуэем в рассказе «Старик и море», меч-рыба до 4,5 метра длины и весом до 0,5 тонны и ее родственник — полосатый копьеносец, размером 3,5 метра и весом до 200 килограммов, а также большой синий тунец длиной до 3 метров и весом до 700 килограммов. Рядом коротают жизнь огромные скаты — гигантская манта с шириной тела до 6,5 метра и весом до 2 тонн и пелагический хвостокол, а также не совсем типичная для жизни в открытом океане рыба-луна, достигающая 3 метров в длину и веса до 2 тонн и больше похожая на мельничные жернова (кстати, одна из 4 видов лун так и называется), чем на рыб. Странники, путешествующие под солнцем, стайеры-рекордсмены. Меч-рыба способна передвигаться со скоростью до 130, а наиболее быстроходные тунцы — до 90 километров в час. Это позволяет синему тунцу совершать путешествия длиною в 10 000 километров!

Чтобы проводить жизнь в вечных скитаниях, нужно уметь размножаться, не прерывая надолго своих путешествий. Странствовать по океану в компании малолетних детей невозможно. Поэтому странники лишены удовольствия жить семьями, нянчить собственных чад и охранять их. Брошенные на произвол судьбы малыши гибнут сотнями тысяч и даже миллионами. Чтобы все-таки кто-то из потомства выжил, приходится откладывать огромное количество икры. И в этом отношении странники освещенной зоны океана тоже рекордсмены. Змеиная макрель выметывает до 1, полосатый тунец — до 2, большеглазый тунец — до 6, меч-рыба — до 16, сельдяной король — до 20, большой синий марлин — до 100 миллионов икринок, а рыба-луна, абсолютный рекодсмен на ниве деторождения, даже 300 миллионов!

В просторах океана нет нерестилищ, здесь некуда приткнуть икру. Единственный способ обеспечить возможность ее развития — создать икринкам положительную плавучесть. Такими свойствами обладает икра большинства странников. Но есть и исключения. У сайр и четырехкрылых летучих рыб икра имеет пучок клейких

нитевидных придатков. Родители отыскивают для нее твердый субстрат: плавающие у поверхности водоросли, ветви и стволы наземных растений, кокосовые орехи, птичьи перья и даже таких животных, как парусники и велеллы.

Икра, скрытая среди водорослей и мусора от зорких глаз вездесущих хищников, имеет возможность спокойно развиваться в течение 10—15 дней. Свободно плавающая икра развивается стремительно, особенно в теплой воде тропической зоны океана. У большеглазого тунца личинки вылупляются уже через 20 часов после икрометания. Опять рекорд!



Крупные акулы и скаты все же нашли способ обезопасить свое потомство. Они не разбрасывают свои яйцеклетки по океану, а вынашивают их в своем теле, и дети появляются на свет уже вполне сформировавшимися и полностью жизнеспособными рыбами. Некоторые родители даже подкармливают малышей, давая им возможность расти более интенсивно. У скатов на стенках яйцеводов, где проходит развитие эмбрионов, вырастают ворсинки, выделяющие жидкость, богатую органическими веществами, так называемое «маточное молоко». У скатов-хвостоколов длинные ворсинки яйцевода проникают через брызгальца (специальные отверстия, через которые в жаберные полости поступает вода) прямо в пищевод зародыша, что значительно упрощает питание малюток.

У некоторых акул оболочки большого желточного мешка зародышей образуют ворсинки, внутри которых проходят кровеносные сосуды. Ворсинки врастают в стенку яйцевода, и с их помощью малыши черпают от матери кислород и питательные вещества.

Лисьи акулы кормят своих детенышей яйцами. У них акулята, первыми вылупившиеся из яиц, находящихся в яйцеводах матери, поедают своих сестер и братьев, немного отставших в развитии и еще не успевших выбраться из яйцевых оболочек. Чтобы малыши не голодали, мать систематически добавляет в яйцеводы новые порции теперь уже неоплодотворенных яйцеклеток. Развитие длится до года, а на белый свет появляется всего 1—5 акул, которых уже не назовешь малышами. Их рост достигает 1,5 метра, и теперь они могут отлично за себя постоять.

Для жизни в открытом океане странникам необходимо, чтобы дети умели быстро расти и энергично развиваться. У мелких рыб мальки за 10—12 месяцев достигают размера взрослых. Крупные рыбы, прибавляя за год до 40 сантиметров, быстро достигают половой зрелости. Многие впервые мечут икру в конце 1—2-го года жизни. Только такие крупные рыбы, как тунцы, приступают к размножению на 2—3-м или на 4—5-м году жизни, а меч-рыба только в 5—6 лет. За столь бурное развитие им приходится расплачиваться преждевременной старостью и очень короткой продолжительностью жизни. Двукрылые летучие рыбы, а также сайра живут всего

1,5—2 года, а максимальная продолжительность жизни странников всего 8—10 лет. Только акулы и скаты способны дожить до 20—30 лет, но ведь они и развиваются медленно.

Среди странников поверхностной зоны океана есть и потребители мелкого планктона, и рыбоядные хищники. Планктоном довольствуются летучие рыбы и скумбрещуковые, а также светящиеся анчоусы, лососи, сельди, ставридовые, скумбрии и тресковые, проводящие в открытом океане лишь часть жизни. Большинство хищников потребляют представителей крупного планктона, а также рыб, кальмаров, крупных ракообразных.

Едят все подряд без разбору. Изредка встречаются и гурманы, использующие для питания особые деликатесы. Лувари, относящиеся к отряду мечекрылых, и более мелкие представители строматеевидных рыб (кубоглавы, рыбы-пастушки и собственно строматеи) всем блюдам океанской кухни предпочитают сальп, пиросом, медуз, гребневиков и сифонофор, проявляя этим черную неблагодарность. Дело в том, что многие из них детство проводят под защитой опасных щупалец тех же самых животных, проникая в пищеварительную полость своей покровительницы — медузы и внутрь колонии огнетелок. Правда, и в этом случае они не довольствуются тем, что воруют с хозяйского стола часть отнюдь не для них приготовленных, то есть уже слегка переваренных яств, но разнообразят меню особенно лакомыми кусочками своего покровителя.

Большинство странников путешествуют по тропической зоне Мирового океана. Там, где температура поверхностного слоя воды опускается ниже 10—12 градусов, видовое разнообразие океанских туристов сильно уменьшается. Самые неприхотливые — лососи, никогда не покидающие холодные воды. Наиболее приспособлена к холоду нерка, довольствующаяся температурой от 2,3 до 9 градусов. В полярные области океана странники вояжей не совершают и под плавучие льды не заглядывают, держатся у поверхности, и многие никогда не покидают самого верхнего 10—20- или 50-метрового слоя воды. Максимальная глубина их погружения всего 100—200 метров. И только тунцы способны опуститься немного глубже, на 250—400, а меч-рыбы на 600 метров.

По числу видов рыбы — самый многочисленный

класс позвоночных. Многие из них стали подданными Посейдона и постоянно живут в океане, но туризмом увлекается лишь около 300 видов.

Путешествуя в тропической зоне океана, непременно столкнешься с двух- и четырехкрылыми летучими рыбами. Они самые заметные рыбы океана, так как часто покидают родную стихию и совершают перелеты, иногда довольно значительные. Часть видов летучих рыб — постоянные обитатели прибрежной зоны, другие странствуют по океану. Самый маленький странник — карликовая сайра, относящаяся к скумбрещуковым, лишь в зрелые годы достигает размера 5—6 сантиметров.

Из крупных, быстроходных, стремительных рыб нужно назвать корифен. Это лобастые существа с длинным телом и спинным плавником, протянувшимся от затылка до последних хвостовых позвонков. К корифенам близки тунцы. Крупнейшие из них, несмотря на внушительные размеры и достаточную силу, глубже 100 метров не опускаются. Среди интересных особенностей крупных тунцов — их теплокровность. На марше, когда мышцы рыбы работают с полной нагрузкой, температура ее тела на 4—6 градусов превышает температуру забортной воды. С одной стороны, это следствие мощной работы мышц, с другой — приспособление для усиления их работоспособности. При повышении температуры скорость биохимических процессов возрастает, что положительно сказывается на функциях организма.

Очень своеобразно выглядят плохо изученные вогмеровидные рыбы, из которых мне хочется рассказать лишь о сельдяных королях, ремнеобразных существах с плоским, очень длинным, сужающимся к хвосту телом, достигающим в длину 6—9 метров. Ярко-красный спинной плавник начинается на голове на уровне глаз и тянется до конца тела. В нем может быть более 300 лучей! Самые первые значительно длиннее остальных и нередко имеют на концах булавовидные расширения, образуя на рыбьей голове нечто вроде короны. Нередко сельдяных королей ловили вместе с сельдью или замечали в их стаях. У рыбаков даже сложилось мнение, что венценосные существа предводительствуют скоплениями сельдей. Этому впечатлению способствует вертикальная поза, которую они постоянно поддерживают, В таком

положении грудью или, вернее, брюхом вперед и передвигаются короли.

Морские лещи — рыбы длиною до 60—70 сантиметров, действительно напоминающие пресноводных лещей. Это преимущественно тропические рыбы, но нам чаще попадаются жители умеренных широт, атлантический или северо-тихоокеанский морские лещи, являющиеся объектом рыболовного промысла.

Большинство акул обитает в открытом океане. Самые крупные, китовая и гигантская, питаются планктоном и мелкой рыбешкой и живут лишь там, где этот корм в изобилии. Медленно передвигаясь в поверхностных слоях воды, акулы набирают полный рот мелюзги и, отцедив через жабры попавшую вместе с ней воду, отправляют в желудок. Чтобы чувствовать себя сытыми, чудовища должны иметь в желудке около тонны пищевых веществ, а для этого им необходимо процеживать около 1500 литров воды в час.

В кормных районах моря китовые акулы, больше тяготеющие к тропикам, а гигантские к умеренной зоне, собираются большими компаниями. С наступлением прохладной осени гигантские акулы перестают попадаться на глаза, полагают, что количество имеющегося в это время корма недостаточно для их нормального существования, и акулы, как наши бурые мишки, впадают в спячку.

Хищная синяя акула — наиболее процветающая обитательница океана. В тропиках и субтропиках обычна длиннорылая акула, настолько медлительная, что непонятно, как она умудряется охотиться. В отличие от них сельдевые акулы относятся к самым подвижным и быстроходным существам и в связи с этим, как и тунцы, «теплокровны». Активный образ жизни ведут серо-голубые акулы, или мако, морские лисицы, обладающие необычайно длинным хвостовым плавником, которым они глушат добычу, зубастые кархародоны и тигровые акулы. Мако, кархародон и тигровые акулы представляют для человека наибольшую опасность.

Рыбы-прилипалы и рыбы-лоцманы — совсем никудышные пловцы и странствовать по океану без посторонней помощи не в состоянии. Обычно они пользуются транспортными средствами, эксплуатируя крупных акул, или прибегают к помощи китов, морских черепах, кори-

фен, тунцов и бороздящих океанские просторы судов.

Многие рыбы проводят в открытом океане только часть жизни. В их числе уже упоминавшиеся лососи в раннем детстве обитают в пресноводных водоемах, а затем уходят жить в океан.

Огромное число рыб населяет глубины Мирового океана. В своем большинстве это очень интересные существа, но рассказать о них трудно. Мало того, что читателю они неизвестны ни «в лицо», ни по именам, о них даже ихтиологи знают чрезвычайно мало, так как встречи с обитателями бездны происходят не часто. Так, крохотная четырехсантиметровая волосатая рыба, относящаяся к подотряду мирапинновидных, известна по одному-единственному экземпляру, пойманному лет 35 назад в районе Азорских островов, а крупная 4,5-метровая большеротая акула — всего по двум экземплярам!

Это любопытные существа. Волосатая рыба как шерсткой покрыта коротенькими, длиной до 1,5 миллиметра, волосовидными выростами, богато снабженными железистыми клетками. Зачем глубоководной рыбешке меховое манто и какую функцию выполняет секрет железистых клеток, приходится пока гадать. Большеротая акула поражает огромной пастью. Хилая мускулатура, мягкие наружные покровы, слабое обызвествление костей и содержимое желудков, состоящее из глубоководных рачков, свидетельствуют о том, что она обитательница бездны.

Среди жителей океанских глубин мало настоящих странников. Большинство медлительные, малоподвижные существа; к тому же они невелики ростом и отправиться в длительное путешествие просто не в состоянии. Мы еще ничего не знаем о том, как они передвигаются там, у себя в глубине. Не исключено, что некоторые, став взрослыми, всю остальную жизнь проводят в одном и том же небольшом объеме воды, примерно с комнату малогабаритной квартиры. Зоологи не вполне официально называют их «стационарными». Их жизнь часто связана с круговоротами течений, благодаря чему они путешествуют по океану вместе с собственной «усадьбой».

Некоторые глубоководные рыбы с наступлением темноты поднимаются к поверхности, а перед рассветом возвращаются обратно. Экскурсии наверх связаны с продовольственными заготовками. Жизнь наверху значитель-

но богаче, там легче добывать съестное. Ученые не знают, что заставляет хищников каждый день возвращаться к себе домой. Дневные часы — время рыбьего отдыха. Может быть, они в это время дремлют, не делая никаких усилий, чтобы оставаться в верхнем горизонте воды и постепенно, под действием собственной тяжести, тонут.

Некоторые рыбы океанской бездны живут отшельниками, другие образуют огромные скопления. Глубоководные виды светящихся анчоусов совсем небольшие большеглазые и большеротые существа длиной от 2,5 до 25 сантиметров с утыканной фонариками окологлазничной областью головы и нижней поверхностью тела. На маленьком «туловище» анчоуса может быть 50—80 светильников.

Еще многочисленные циклотоны, относящиеся к семейству гоностомовых. Это мелкие и мельчайшие рыбешки от 3 до 6—7, редко до 10 сантиметров, вес тела которых чаще всего 60—600 миллиграммов. Некоторые виды циклотонов относятся к существам с минимально возможной для позвоночных массой тела. Как у анчоусов, нижняя сторона их тел украшена органами свечения. Пол циклотонов зависит от возраста. В юности они выполняют роль самцов и в этот период имеют хорошо развитые обонятельные органы, необходимые при поисках подруги, а в зрелом возрасте выполняют функции представительниц слабого пола.

Весьма многочисленны рыбы-топорики, действительно напоминающие миниатюрный сувенирный топорик вместе с короткой «ручкой», не превышающие 4—10 сантиметров в длину. Рыбки обладают большими глазами и фонариками, направляющими свой зеленоватый свет вниз. Одни виды держатся на глубине 200—500, другие в зоне от 500 до 1500 метров.

Большинство видов глубоководных рыб, как и топорики, жители тропиков. В числе немногих исключений можно назвать батилаговых, проживающих даже в высоких широтах. К числу наиболее многочисленных глубоководных рыб холодного Охотского моря относится небольшая дальневосточная серебрянка, рыбка до 20 сантиметров длиной. В три раза длиннее североатлантическая аргентина, очень вкусная рыба, давно переставшая появляться на прилавках наших магазинов. Ее

запасы подорваны неконтролируемым выловом, а растет и развивается рыба чрезвычайно медленно, лишь к 25 годам достигая максимальных размеров.

Среди редко встречающихся рыб и палочкохвосты, стационарные обитатели глубин. У них тонкое удлиненное тело и такой же длинный спинной плавник. Хвостовой плавник разделен на две части. Верхняя порция его лучей направлена вверх и соединена перепонкой, а два или три нижних образуют упругий прут, превышающий длину рыбьего тела. Между его лучами проходит канал органов боковой линии, так что экзотический хвост — отнюдь не украшение. Рот небольшой, трубчатый, способный выдвигаться вперед, благодаря чему объем ротовой полости увеличивается в 30—40 раз. Вместе с водой туда засасывается и выбранная рыбой жертва. Как и сельдяные короли, палочкохвосты плавают в вертикальной позе, обследуя своим прутом-локатором находящееся впереди пространство.

Живоглоты, рыбы не более 30 сантиметров в длину, редко добываются орудиями лова, однако в желудках некоторых тунцов и марлинов они встречаются часто, что позволяет считать их не столь редкими, как думали раньше. Видимо, они умеют не попадать в тралы.

В глубинах океана живут главным образом мелкие рыбы. Их средний размер — 12 сантиметров, тогда как средняя величина обитателей поверхностных горизонтов 102, то есть почти в 10 раз больше. К числу мелких массовых рыб относятся фотихтиевые размером до 5,5 сантиметра и меламфеи, темноокрашенные рыбки с маленькими глазками, оснащенной мелкими зубами пастью и телом, покрытым крупной чешуей. Меламфеи, обитающие в малокормных областях океана, не превышают 2,5—3 сантиметров. В зонах, богатых продовольствием, живут меламфеи-гиганты до 12 сантиметров длиной.

К мелким относятся причудливые 10-сантиметровые рыбы-утюги, представители семейства опистопроктовых, с плоским брюхом-подошвой. Крошечными копиями китов кажутся 10—15-сантиметровые представители отряда китовидообразных, голые большеголовые и большеротые рыбы. Даже глубоководные акулы и те крошки. Их так и величают: акулой-карликом, акулой-пигмеем. Длина самцов до 22, самок — до 27 сантиметров. Чуть

больше 45—50 сантиметров сигарные и большезубые акулы.

Живут в глубинах и крупные существа. Полутораметровой длины достигают нитехвостые угри, чуть больше — угри-мешкороты. До метра вырастают жители высоких широт кинжалозубы, змеевидные большеголовые рыбы с огромным ртом, или «клювом», усаженным зубами, и голой, лишенной плавника спиной. Вдвое крупнее их родственник большой алепизавр — такая же змееобразная и большеголовая рыба с большим, чрезвычайно высоким спинным плавником. Еще крупнее руветы, вырастающие в длину до 2 метров и весящие 50 килограммов. Их ловят на удочку с глубины 300—700 метров.

Среди глубоководных рыб преобладают хищники. В подавляющем большинстве все они медлительные тихоходные существа, а так как счастливая возможность пообедать выпадает не часто, для них чрезвычайно важно не упустить добычу. В связи с этим здесь так много большеротых зубастых существ. Мощные зубы и широкая пасть позволяют гигантуровым рыбам справляться с дичью, размерами превышающей охотника.

Они хватают добычу поперек тела и, сложив пополам, отправляют в желудок. Многочисленными острыми и тонкими зубами, часть которых отгибается назад, оснащена пасть стомиевидных рыб. У других представителей этого подотряда зубы имеют вид клыков, а голова при проглатывании пищи, как капот автомашины, откидывается вверх и не мешает проталкивать добычу в глотку. У них самые первые «шейные» позвонки или почти полностью редуцированы, или настолько изменены, что обеспечивают голове необычную для рыб подвижность.

У хаулиод такие крупные кривые клыки, что торчат наружу даже при закрытом рте, а пасть раскрывается так широко, что в нее пролезает добыча почти такой же толщины, как сам охотник. Зубастый рот является достоянием 120 видов глубоководных удильщиков. У самок зубы тонкие, острые, с загнутыми назад вершинами или просто способные загибаться внутрь. Растяжимый желудок делает рыб чрезвычайно прожорливыми, что нередко кончается для них трагически. Когда добыча в 2,5—3,5 раза превышает размеры охотника, ею нетрудно и подавиться. У мелких половозрелых самцов зубы

устроены как щипчики. С их помощью кавалер прикрепляется к телу самки.

Живоглоты щеголяют большими клыкоподобными зубами, расположенными в несколько рядов. У них легкорастяжимый желудок, а мягкие кости не мешают растягиваться челюстям. Проглоченная рыбой добыча бывает столь велика, что сам живоглот выглядит эдакой небольшой рыбкой-прилипалой, с комфортом устроившейся на крупном и несколько обособленном от остального тела брюхе.

Мощными зубами обладают небольшие кинжалозубые, о чем свидетельствует их название.

Есть среди них и активные хищники. Это в первую очередь мелкие акулы и веретенниковые, имеющие удлиненное угреобразное тело, большие челюсти и набитый зубами рот. Рыбы постоянно поддерживают вертикальную позу. Им безразлично, висеть ли вниз головой или вверх, и нетрудно менять позу, что они молниеносно и делают. Активно охотятся руветы и змеиные макрели.

Малоподвижные рыбы умудряются в пустоте вести охоту как типичные засадники и отлично владеют методами подманивания добычи. Для этого индикаты применяют светящиеся зубы и полость рта или, как меланостомиевые, используют в качестве приманки подвижный усик, расположенный на «подбородке» и снабженный на конце светящимися утолщениями, имеющими у каждого вида рыб особую форму и собственную световую гамму.

Глубоководные удильщики, в соответствии со своим названием, пользуются «удочкой», а у близких к ним хаулиод есть и подбородочный усик и «удочка». Она образована сильно удлиненным первым лучом спинного плавника. Нередко снасть четко делится на «удилище», «леску» и подвешенную на ее конце светящуюся приманку. У каждого вида удильщиков приманка имеет свойственную лишь этим рыбам форму, величину, строение и испускаемый ею свет. Находящееся над головой «удилище» направлено вверх и вперед, а приманка болтается у самой пасти. Именно сюда приманивается доверчивая дичь. Удильщику необходимо лишь не зевать и своевременно раскрывать свой внушительный ротик.

Рыбы глубин нередко образуют большие скопления. Стая считается плотной, если в 1 кубометре воды нахо-

дится 10—15 шестисантиметровых светящихся анчоусов. Такое количество не впечатляет. Тем не менее рыбы вместе с другими обитателями океанской бездны: креветками и более мелкими ракообразными, кальмарами, крылоногими и киленогими моллюсками, сифонофорами, сальпами и другими организмами создают звукорассеивающий слой. До создания мощных локаторов он сильно мешал изучению лежащего ниже пространства.

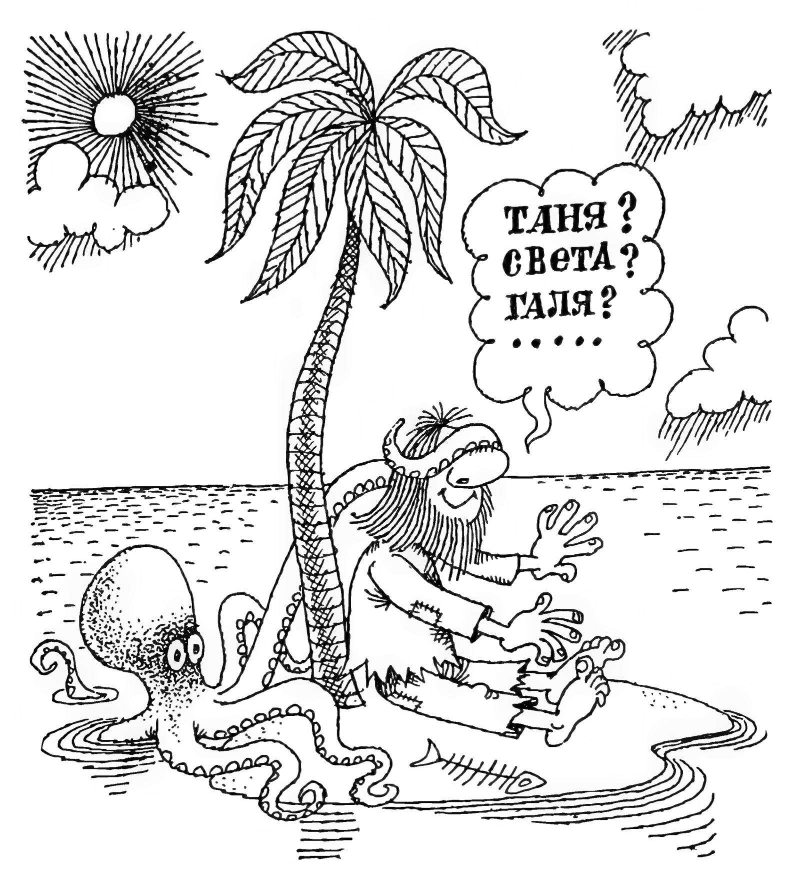
Зоологи считают, что все глубоководные рыбы, кроме живородящих акул, вылупляются из икринок и раннее детство проводят в поверхностных горизонтах океана. Это вовсе не означает, что их родители поднимаются туда на нерест. Скорее всего рыбы океанских глубин нерестятся у себя дома, а их икра обладает положительной плавучестью и всплывает наверх. Затем мальки по мере роста спускаются все ниже и ниже, пока, наконец, не доберутся до районов обитания своих родителей.

Плодовитость здешних рыб невелика. Икрометание небольшими порциями может осуществляться через равные промежутки 3—4 или 10—12 раз в год. При этом общее количество икринок мизерно и колеблется от 70—500 до 10—60 тысяч. Встречаются и более плодовитые рыбы, но таких немного. Большинство мелких рыб становятся половозрелыми в 6—7 месяцев, а к концу первого года жизни теряют способность к размножению и в год-два гибнут от старости. Среди обитателей бездны есть и доживающие до 20—25 лет. Среди них нитехвостые угри и некоторые виды глубоководных удильщиков, в том числе гигантактисы.

Большинство глубоководных рыб — малоежки. Они добывают так мало пищи, что непонятно, как им удается не умереть с голоду. По мере погружения в бездну рыбьи аппетиты уменьшаются. Чем больше глубины, где расположен их дом, тем менее калорийно в нем кормят. Обычно съедается все, что удается запихать в желудок. Правда, все хищники, умеющие завлекать добычу светящими приманками, едят только рыбу. Зоологи заметили, что на каждый вид приманки «клюют» определенные рыбы. Поэтому в желудках некоторых удильщиков встречаются рыбы, которые не часто попадаются в глубоководные тралы и считаются редкими. Нитехвостые

угри едят лишь ракообразных: креветок и крупных эвфаузиид. Вероятно, они тоже умеют каким-то образом приманивать свою излюбленную дичь.

Своеобразным способом питания пользуются большезубые и сигарные акулы. Эти хищники при первой же возможности нападают на крупных рыб, марлинов, тунцов, корифен, дельфинов или даже на исполинов-китов. Вцепившись в мягонькое местечко и запустив в тело жертвы треугольные лезвиеобразные зубы нижней челюсти, акула начинает вращаться, вырезая цилиндрический кусок мяса. Жертва не может оказать сопротивления нахальному хищнику. А малютка-акула не теряется.



Иногда ей удается урвать от одного и того же живого пирога два-три солидных кусочка.

Вторая значительная часть странников представлена головоногими моллюсками: главным образом кальмарами и некоторыми видами осьминогов. Размеры этих животных варьируют в широких пределах. Кальмары могут иметь в длину от 2 сантиметров до 5 метров. А гигантские кальмары — от 6 до 13—18 метров и при этом весят от 300 килограммов до тонны. И осьминоги и кальмары — прожорливые хищники, уничтожающие всех и вся, иногда не брезгуют и трупами, но и сами служат пищей и рыбам, и кашалотам, и своему брату — кальмарам и осьминогам. Они прекрасно вооружены, имеют 8 или 10 «рук», покрытых множеством присосок. У некоторых кальмаров щупальца снабжены еще и кривыми и острыми когтями. Роговой клюв может сокрушать даже раковины моллюсков.

В качестве способа защиты от врагов используют способность напряжением мышц разрывать щупальце, за которое его схватили, и пока нападающий возится с отвалившейся от тела «рукой», удирают. Многие головоногие наделены чернильным мешком, которым пользуются в минуту опасности, выпуская чернильное облако, чтобы отвлечь внимание агрессора. Глубоководные кальмары имеют сложно устроенные цветные фонарики, но сами бывают бесцветными или даже полупрозрачными.

Осьминоги, обитающие в толще воды, отличаются от своей родни, ведущей придонный образ жизни, наличием одной или двух пар похожих на крылья плавников и тем, что их щупальца почти до самых кончиков соединены перепонкой. Все глубоководные осьминоги и кальмары — прекрасные пловцы. Они пользуются водометными двигателями и способны развивать большую скорость. Большинство кальмаров ведут стайный образ жизни и совершают далекие кочевки. Нападая на рыбьи скопления, они наносят им заметный ущерб. Глубоководные головоногие моллюски не переносят даже незначительного снижения солености воды и поэтому в Балтийское и Черное моря не проникают. Они по преимуществу обитатели тропической зоны Мирового океана и здесь нередко создают огромные скопления.

НА ДНЕ

Для подданных Посейдона перспектива оказаться на дне не трагична. Здесь живется лучше, чем в толще воды. Об этом свидетельствует гораздо большее видовое разнообразие обитателей дна и неизмеримо бо́льшая плотность его населения, получившего «прописку» на твердых субстратах крутых подводных склонов или на мягких илистых отложениях унылых подводных равнин.

У обитателей дна явно меньше проблем, чем у обитателей толщи воды. Здесь легче обеспечить пропитание, проще найти подходящее укрытие и обзавестись крепостью или хотя бы домом, и, что немаловажно, нет необходимости иметь положительную плавучесть. Жителям дна совсем не обязательно даже уметь плавать. Здесь прекрасно себя чувствуют существа, вообще не умеющие активно передвигаться.

К сожалению, мы очень мало знаем об обитателях океанического ложа. Слишком редко сюда опускают тралы и еще реже заглядывают батискафы. Зоологам известно лишь кое-что о тех, кто там обитает, и как они выглядят, но практически полностью отсутствуют сведения, как им здесь живется, как приспособились к жизни на дне его постоянные обитатели.

Рыбы далеко не самые типичные обитатели дна. Не все они пользуются твердой опорой для отдыха или укрытиями, чтобы из засады подкараулить дичь. Даже обедать некоторые из них систематически поднимаются ближе к поверхности. Непонятно, что, собственно, связывает их с дном.

Пожалуй, лучше всего зоологи знакомы с глубоководными акулами. Не ограничиваясь глубоководными районами океана, они охотно колонизируют шельф. К умеренно глубоководным относится примитивная плащеносная акула, живущая в субтропической зоне. Эта крупная рыбина, достигающая иногда двухметровой длины, предпочитает держаться в районе материкового склона и вершин подводных гор. Среди колючих акул много совсем маленьких. Придонный образ жизни ведут представители 58 из 68 видов колючих акул. Их регулярно добывают на глубине свыше 2 километров, а португальская акула была однажды поймана почти под

четырехкилометровым слоем воды! Это настоящие хищницы. Карибско-мексиканские колючие акулы, малютки до 25—30 сантиметров в длину, объединившись в стаю, смело нападают на крупных кальмаров и мигом разрывают добычу на части.

Когда речь заходит об акулах, невольно представляются коралловые острова, жаркое южное солнце, широкие песчаные пляжи и стройные силуэты кокосовых пальм. Мало кому известно, что и наши северные моря кишат акулами. Обыкновенная колючая акула, больше известная как катран, широко распространена в Черном, Белом, Баренцевом, Охотском, Беринговом и Японском морях. Она невелика, обычно не больше метра, очень редко попадаются более крупные до 1,5—2 метров.

Для человека эти акулы неопасны, и купаться под Одессой и Очаковом, где катраны особенно многочисленны, можно без всякой боязни. Правда, к числу наших друзей их не отнесешь, так как они уничтожают много полезной рыбы и тем наносят существенный вред рыболовству. Есть у катрана и известные достоинства. Он относится к числу съедобных акул и во многих европейских странах пользуется спросом. Черноморские рыбаки коптят катрана, и надо отдать должное: балык из него немногим уступает осетровому.

Другая колючая акула водится только в Северном Ледовитом океане, в прилегающих к нему морях и в самой северной части Атлантики и заслуженно называется полярной акулой. Она имеет до 6,5 метра в длину и весит до тонны.

Полярная акула прожорливый хищник. Питается она рыбой, трупами китов и тюленей, а может быть, нападает и на живых ластоногих. Гигантская рыбка довольно флегматична и, пойманная на крючок, позволяет вытащить себя на борт судна, как мешок с картошкой, не оказывая удачливому рыболову никакого сопротивления. Случаев ее нападения на человека неизвестно. Летом акулы держатся на глубине 150—500 метров, так что сталкиваться с людьми в воде хищнице просто не приходится.

Полярная акула съедобна. Еще в прошлом веке ее промысел в Баренцевом море вели рыбаки Гренландии, Норвегии, Исландии и наши русские поморы. Кушанье

из акул к числу деликатесов не отнесешь, но полтонны-тонна мяса в хозяйстве помора, где не только собак, а и коров зимой подкармливали рыбой, были большим подспорьем. В начале нашего века промысел акул почти прекратился. А это вряд ли полезно для рыболовства.

Несколько лет назад о полярной акуле вспомнили архангельские рыбаки. Они провели в Белом море пробный лов на крючковую снасть, вроде обычного перемета. Результаты превзошли все ожидания, каждый десятый крючок вернулся с акулой. Оказывается, акул много, и добывать их нетрудно. Если энтузиасты из Архангельска проявят настойчивость, то скоро на птицефермы станет поступать рыбная мука из акульего мяса и витаминизированный рыбий жир, а в магазины сувениров — красивые и прочные изделия из акульей кожи.

К числу глубоководных акул относятся кошачьи и акула-домовой. Небольшие акулы-кошки — домоседки, живут на небольшой территории, практически не покидая ее всю жизнь. Отличительная особенность акулы-домового — необычайно длинное заостренное рыло. Рот находится вовсе не на его конце, а внизу у основания рыла. Хватать добычу с поверхности дна домовому удается лишь благодаря тому, что челюсти во время еды выдвигаются вперед и оказываются на уровне рыла. Домовые вырастают почти до 4 метров. Больше, пожалуй, о них ничего интересного не известно.

С глубоководными районами дна связаны ромбовидные скаты. Жизнь они проводят, лежа на дне, обычно слегка зарывшись в грунт. На поверхности остаются только брызгальца — дышать ведь нужно и во время отдыха, да глаза. Проголодавшись, скаты отправляются на охоту. На рыб нападают только сверху, бьют крыльями-плавниками, стараясь оглушить добычу, и, прижав ее к грунту блином своего тела, на ощупь хватают ртом и торопливо обедают. Ромбовидные скаты предпочитают прохладные воды, а их родственники — нитерылые, безрылые, ложноромбовые и кое-кто из электрических скатов — тропики.

Спиношипообразные рыбы имеют угревидное тело с 6—40 колючими шипами на спине. Их так и называют колючими угрями. У них изящная голова, маленький рот на нижней стороне рыла, удлиненное тело, тонкий, лишенный плавника кончик хвоста.

С таким маленьким ротиком, как у спиношипов, приходится довольствоваться прикрепленными или малоподвижными существами: губками, мшанками, актиниями и гидроидными полипами, а также голотуриями, червями и ракообразными. Поэтому рыбы плавают вниз головой у самого дна, держась по отношению к нему под углом около 45 градусов. У спиношипа огромные дети. Их прозрачные плоские личинки вырастают чуть ли не до двухметровой величины, а становясь взрослыми, «усыхают», превращаясь в щупленьких старичков длиной не более 60 сантиметров.

К спиношипообразным и по внешнему виду и по образу жизни близки голозавровые, попадающиеся в тралы на глубинах до 5 километров. К донным рыбам относятся многие угреобразные рыбы и настоящие угри. Некоторые из них, например неттастома, роют норы в илистом дне, в которых и проводят большую часть жизни, подкарауливая добычу или прячась от более сильных хищников.

Наиболее интересны очень редкие одночелюстные угри. Это небольшие рыбешки длиной от 4 до 30 сантиметров. У них отсутствуют верхняя челюсть, глаза, орган обоняния и органы боковой линии. Между тем слепые малютки питаются крупными и расторопными креветками. Возможно, рыбки приманивают, а может быть, заодно и одурманивают дичь, выделяя в воду секрет особой железы, находящейся на голове. В качестве орудия охоты они пользуются непарным шипом или, точнее, ростральным зубом, внутри которого проходит канал, а у основания расположена ядовитая железа, вырабатывающая яд, действующий на креветок безотказно.

К числу самых характерных придонных глубоководных рыб относятся гладкоголововидные. Голова у них голая, лишенная чешуи. Встречаются рыбы до глубины 5 километров, но предпочитают держаться в 1—3-километровой зоне. Близки к ним платитроковые рыбы, имеющие позади головы парные плечевые органы — железы. Вырабатываемая ими светящаяся слизь по специальному каналу выбрасывается наружу, превращаясь в голубовато-зеленое, ярко светящееся облачко. Никто толком не знает, в каких случаях пользуются платитроки световой иллюминацией, служит ли она для

обороны, привлечения добычи или пригодна на все случаи жизни. Некоторые платитроки пользуются, кроме того, и фонариками.

В семействе зеленоглазок интересны батиптеры, небольшие темно-коричневые или даже черные рыбки. Их грудные, брюшные и хвостовой плавники с необычайно длинными лучами. Грудные плавники рыбы могут направлять вперед для ощупывания встречных объектов, а брюшные и хвостовой используют как подставку, и часами «сидят» на дне, поджидая добычу, как некогда в дельфийском храме Аполлона на золотом треножнике восседали жрицы-прорицательницы пифии.

Придонный образ жизни ведут многие представители тресковообразных. Моровые интересны тем, что в их среде есть виды, лишенные глаз и разыскивающие добычу с помощью обоняния. Некоторые виды глубоководных тресковых рыб достаточно многочисленны, а мерлузы, к которым принадлежат хеки, и макруронусы являются даже промысловыми. Их родственники макрурусы, большеголовые существа размером от небольших рыбешек до двухметровых рыбин с длиннющими, утончающимися в нить хвостами. Многие из них, в том числе представители жесткорылов и полорылов, ведут придонный образ жизни и питаются червями, ракообразными и отчасти моллюсками, выкапывая их из мягкого грунта. Находить дичь им помогают органы боковой линии, хорошо развитые на голове и нижней части рыла, что очень удобно при поисках дичи, умеющей зарываться в ил. На брюхе у многих длиннохвостов есть фонарики, мешочки, где живут светящиеся бактерии. Когда их содержимое выдавливается наружу, на брюхе возникает светящееся пятно. У нас на Дальнем Востоке освоена добыча малоглазого и пепельного, а в Атлантическом океане — тупорылого макрурусов, встречающихся в придонном слое воды до глубин в 2,5—3,5 километра.

Подавляющее большинство представителей семейства ошибневых являются типично донными организмами, к тому же любителями очень больших глубин. Для них обычна жизнь на глубине 5—7 километров, а в желобе Пуэрто-Рико абиссобротулу поймали на глубине 8370 метров. Это в основном мелкие рыбы. Лишь немногие достигают длины 0,75—1,5 метра. Ошибни, живущие на мелководье, используя хвост как вибратор, умеют за-

рываться в грунт. Видимо, их глубоководные родичи владеют сходной техникой. Жизнь на предельных глубинах заставила многих из них отказаться от глаз и от пигментов в наружных покровах тела.

Удильщики — типичные засадники. Неудивительно, что многие перешли к донному образу жизни. Лежа на грунте, покойнее поджидать добычу. Иные так обленились, что избегают отрываться от твердой основы, а представители семейства морских нетопырей вообще разучились плавать и передвигаются по дну ползком на грудных и брюшных плавниках, помогая им хвостом. У нетопырей, как у всех порядочных удильщиков, есть «удочка», правда, небольшая. Когда нетопырь сыт, «удочка» убирается в специальное «хранилище» над самым ртом.

Своеобразны морские слизни, похожие на больших головастиков с гладкой, иногда прозрачной кожей и мягкими студенистыми мышцами. Среди них есть любители глубоководных впадин. Здесь они встречаются до глубины 7600 метров. Многие слизни ярко окрашены, причем характер окраски зависит от глубины обитания: мелководные — розовые или светло-красные, обитатели зоны глубин от 300 метров до 2,5 километра — темно-красные или красно-бурые, более глубоководные — темные или черные, а обитатели океанских впадин теряют пигмент и становятся бесцветными.

К жизни в бездне приспособились некоторые представители лососевых, светящихся анчоусов, ящероголовых, скорпен, окуней и многих других рыб. Угольная рыба на склоне лет становится крупным существом, живущим за счет хищничества. В молодости она держится в толще воды, а взрослея, ведет придонный образ жизни. Эта вкусная рыба систематически попадает в рыбацкие сети. Из глубоководных нототениевых интересны ледяные рыбы, или белокровки, лишенные эритроцитов, гемоглобина и оснащенные двумя или тремя боковыми линиями.

Среди правосторонних, или настоящих, камбал наибольшие любители глубин — бородавчатая и глубоководная, а также черный, белокровый и синекорый палтусы. Встречаются они до двухкилометровой глубины. Некоторые имеют вполне приличные размеры. Черный палтус весит до 300 килограммов. С дном связана

жизнь некоторых представителей отряда скалозубых рыб. Головы макрорамфосод оснащены длинным, вытянутым в трубочку рылом, кончающимся сдвинутым вбок дисковидным ртом. Необычная форма рыла связана с тем, что эта скалозубка питается рыбьей чешуей.

В составе рекордсменов-глубоководников всего 7 видов рыб, относящихся к семействам ошибневых и морских слизней. Ошибни заселяют слой воды толщиной 6 километров, лежащий в промежутке 2300—8300 метров, причем каждая популяция пользуется вполне определенным диапазоном глубин и за его пределы не выходит. Глубоководные слизни ближе чем на 5 километров к поверхности не поднимаются. Все глубоководные рыбы питаются ракообразными — равноногими и бокоплавами. Правда, в желудках слизней — кермадекских нотолипарисов находили рыбьи кости и чешую, но ихтиологи полагают, что это результат поедания трупов.

Глубоководные рыбы размножаются путем откладывания икры, а также яйцеживорождением. Последним способом пользуются не только акулы и скаты, но и некоторые представители костистых рыб, в том числе знаменитая латимерия. Плодовитость глубоководных рыб невелика. Икринки могут иметь как положительную, так и отрицательную плавучесть. В последнем случае их количество минимально. Рекордсменом является носатый удильщик. Он мечет всего 20 икринок!

Обитатели океанской бездны в основном плотоядные существа. На дне растительная пища отсутствует, а питание детритом никто из рыб по-настоящему не освоил, хотя в качестве приправы к мясным блюдам он систематически попадает в их желудки и, надо думать, там переваривается. Как ни странно, типичные обитатели глубоководного дна донными животными не довольствуются. Существенную роль в их питании играют представители крупного планктона, каким-то образом попадающие к их столу. Едят глубоководные хищники все, что по зубам. Приверед вроде макрорамфосод совсем немного. Да и питание рыбьей чешуей не каприз: из-за особенности своего ротового аппарата они ограничены в выборе пищи.

Большинство глубоководных рыб широко распространены в Мировом океане. Лишь немногие, вроде латимерии, живущей на склонах двух маленьких островов Ко-

морского архипелага, встречаются только на вершинах вполне определенных подводных гор и горных хребтов. Все они долгожители. Их век не меньше 10, а у многих 30 и даже 40 лет. Увеличение продолжительности жизни сопровождается медленным ростом и поздним созреванием. Они впервые приступают к размножению в 5 и даже 10 лет.

Рыбы не самые характерные обитатели бездны. Дно — вотчина животных, не умеющих плавать или ведущих неподвижный образ жизни. В их числе многочисленные актинии. Одни устраиваются на чем-нибудь твердом, другие живут, погрузившись по «плечи» в ил. Рядом с ним роются в иле полихеты и двухстворчатые моллюски, выкапывают норки раки. По поверхности ползают голотурии, офиуры и морские звезды, бродят различные ракообразные, в том числе крабы и креветки. Ничего из ряда вон выходящего в этих жителях бездны нет. Они такие же, как их родичи, живущие на мелководье. Может быть, здесь чуть чаще встречаются животные с крохотными подслеповатыми глазами или совсем слепые. Очень характерно отсутствие в наружных покровах пигментов, беловато-грязная или сероватая окраска тела, хотя и из этого правила существует немало исключений. Глубоководные мизиды носят, например, красные рубашки. Среди немногих специфических особенностей обитателей бездны следует упомянуть гигантизм глубоководных равноногих ракообразных. Обычно изоподы здесь бывают в 2—4 раза крупнее мелководных представителей тех же родов ракообразных.

Жизнь бездны однообразна. Температура и соленость воды одинаковы в любой точке глубоководья. Из важнейших условий существования варьируют лишь запасы доступных для животных пищевых веществ. Здесь не создается новое органическое вещество. Глубины целиком зависят от урожайности висячих садов, расположенных над ними. Оттуда, с океанического неба, постоянно сыплет дождь трупов. Считается, что из 10 мелких и микроскопических организмов 9 умирают своей смертью, а их трупы опускаются в бездну. Дождь трупов, можно сказать, проливной, так как вместе с погибшими животными опускаются вниз и отмирающие микроскопические растения.

Ученые давно знали о Ниагарах органического веще-

ства, сбрасываемых в океанскую бездну, и считали, что глубоководным животным на дне живется сытно. Увы, в бездне царит голод: мало того, что дождь трупов по дороге интенсивно выедается массой планктонных организмов. Путь на дно слишком долог. Пока крохотные трупики медленно-медленно тонут, они разлагаются, органические вещества их тел минерализуются. В пределах шельфа, где не очень глубоко, часть трупов благополучно достигает дна, но в более глубоководных районах открытого океана они успевают полностью минерализоваться и раствориться в морской воде. Только некоторая часть трупов крупных животных может достичь дна, но ведь это капля в море!

Все же часть органики, созданной в висячих садах, оказывается на дне. Это экскременты, навоз подданных Посейдона. В нем сконцентрированы главным образом плохо перевариваемые или совсем не перевариваемые остатки пищи. Поэтому они медленнее минерализуются, да к тому же в 3—5 раз быстрее тонут. В результате 80—99 процентов органики поступает на дно в виде навоза, хотя значительная часть его тоже успевает минерализоваться. Сколько всего органики достигает дна, неизвестно. Некоторые ученые считают, что глубины в 3 километра достигает всего 3, а на глубину 5 опускается лишь 2 процента первичной продукции океана. Такова раскладка продовольственного снабжения обитателей бездны.

На этом потери органики не кончаются. Из той части, которая оказывается на дне, 0,1—2,5 процента захоранивается в грунт, что делает ее недоступной для большого числа обитателей дна. В погребенном органическом веществе процесс минерализации продолжается, и неизвестно, сколько его достается роющимся в грунте животным.

В соответствии с характером потребляемой пищи жителей океанской бездны можно разделить на три группы. В первую объединяют сестонофагов, питающихся взвешенными в воде частичками органического вещества и находящимися в них микробами (от греческого слова сестос — просеянный). Вторая группа — зоофаги, то есть хищники, поедающие и трупы, добытые в придонном слое воды, на дне или извлеченные из грунта. В третью группу объединяют бентофагов, питающихся

детритом донных отложений, находящимися здесь трупами, а иногда и хищничающих.

Обитателей дна, добывающих пищу из воды, условно делят на «пасущихся» и «охотящихся». Первые — типичные фильтраторы, вылавливающие из воды все подряд. Если они отдают предпочтение каким-либо видам пищи, то сортируют уже пойманную добычу. «Охотники» для захвата каждой индивидуальной пищевой единицы производят отдельный «хватательный» акт.

Большую часть добычи составляют падающие сверху крошечные кусочки детрита, размером в 10—60 микрон. На глубине 4 километра в них может быть сосредоточено до 99 процентов всего органического вещества. 4 процента их общей массы падает на живущих в детрите микробов. Кроме того, пользуется устойчивым спросом «морской снег» — частички фекального детрита величиной в несколько миллиметров, опускающиеся на дно с большой скоростью, до 50—100 метров в сутки. «Снег», кроме бактерий, содержит много сине-зеленых и зеленых одноклеточных водорослей, способных размножаться в фекалиях.

К числу «охотящихся» относятся двустворчатые моллюски. Их главная пища — бактерии, в том числе из взмученного донного осадка. Морские гребешки, почуяв съестное, резким движением приоткрывают створки раковины, и жертва или частичка детрита вместе с водой засасывается в мантийную полость. Вертикоридии из отряда перегородчатожаберных моллюсков ловят пищу с помощью клейкой жидкости, выделяемой папиллами щупалец задней части тела. У других перегородчатожаберных щупальца, окружающие сифон, снабжены чувствительными механорецепторами, позволяющими с расстояния в 2 миллиметра улавливать низкочастотные колебания воды, вызванные движениями крохотной дичи. Обнаружив жертву, моллюск засасывает ее через сифон. В желудки двустворчатых моллюсков попадают крохотные полихеты и малюсенькие ракообразные: гарпактициды, равноногие, веслоногие, бокоплавы и ракушковые.

Чтобы питаться взвешенными частичками, необходимо как-то подняться над грунтом. Усоногие ракообразные забираются на известковые трубки погонофор и проводят жизнь в 10—20 сантиметрах ото дна. У глубоко-

водных бокоплавов — ампелисцидид в задних грудных ножках есть одноклеточные железки. Когда эти рачки строят трубки, жидкость, вырабатываемая железками, помогает скреплять частички грунта. «Домики», торчащие над поверхностью ила, вмещают только тело хозяина, а голова высовывается наружу. Движения передних брюшных ножек создают в трубке ток воды, а передние грудные ножки, густо покрытые щетинками, отцеживают все съедобное. Лепехенеллы трубок не строят. У них длинные ходильные ножки, позволяющие приподниматься над грунтом. Правда, лепехенеллам приходится переворачиваться спиной вниз, а брюшком и ртом кверху. Иначе пищи не добудешь.

Глубоководные асцидии, чтобы торчать повыше, пользуются стебельком, а заборный сифон поворачивают навстречу течению. Если стебелек мал, до 1,5—2 сантиметров, в «желудок» животному попадает много песчинок. Октакнемиды проявляют на охоте большую активность. У них вокруг заборного сифона находятся 8 крупных щупалец, которыми асцидии собирают корм. На стебельках сидят и дискообразные глубоководные губки. Они засасывают все подряд, но несъедобные частички сейчас же выбрасывают обратно.

Если животные сами не в состоянии подняться над грунтом, то вытягивают вверх пищезаборники. Древовиднощупальцевые голотурии ползают по грунту, а взвешенные частички вылавливают большими, сложноветвящимися щупальцами, которые поднимают высоко вверх. Когда на них налипнет достаточно пищи, голотурия «обсасывает» щупальца, слизывая с них все полезное.

Морские лилии и глубоководные кораллы — активные охотники, и каждый пищевой объект хватают по отдельности. Чтобы подняться над грунтом, мадрепоровые кораллы строят для своей колонии известковый фундамент. У шипастых кораллов, живущих на илистых грунтах, на основании колонии находится несколько мешочков с порциями грунта. Мешочки одновременно и фундамент и балласт. Они помогают колонии поддерживать вертикальное положение. У морских перьев подошва разрастается в мускулистое тело, использующееся как якорь. С его помощью колония внедряется в грунт и приобретает устойчивость. Кораллы не только хватают

добычу своими ресничками и препровождают в кишечник, но и парализуют ее с помощью стрекательных клеток.

Морские лилии, не состоящие с кораллами в родстве, сидят на длинных стебельках, высоко поднимаясь над поверхностью дна. Когда добычи нет, их перистые лучи-лепестки, которых может быть несколько десятков, безжизненно обвисают. Но лишь пищевая частичка коснется чувствительной клетки, лепестки расправляются, образуя веер. Пища направляется в рот с помощью амбулакральных ножек и ресничек. А чтобы не потерялась или не удрала, добыча обволакивается слизью. Чем шире раскидывает лилия свои «сети», чем больше у нее «лепестков» и чем они длиннее, тем больше пищи удается ей выудить.

Вторая группа донных организмов питается детритом. Донные осадки содержат мало питательных веществ. Чтобы не умереть с голоду, эти животные обзавелись необычайно длинным кишечником. Если у хищных рыб его длина меньше длины рыбы, то у детрито-растительноядных рыб он в 3, у детритоядных голотурий в 2,7, у морских ежей в 4,7, а у сипункулид — в 6—7 раз длиннее тела! Детритофаги способны безостановочно есть, и кишечник у них всегда забит пищей не меньше чем на $^1/_2$, а его содержимое обычно составляет около $^1/_3$ веса животного.

Раньше полагали, что детритофаги просто собирают с поверхности дна находящийся там осадок. Сейчас ученые склонны считать, что в царстве Посейдона всеядных существ практически нет. Даже детритофаги производят какой-то отбор отправляемых в рот компонентов. Если в донных отложениях им попадаются крохотные трупы местных животных, детритофаги от них отказываются. Отсутствие необходимых пищеварительных ферментов не позволяет им воспользоваться богатой находкой.

В желудках всех обитателей дна, кроме детрита, встречаются раковины диатомей. Почти у всех можно найти минеральные частички и фораминифер. Половина детритофагов поедает фекальные комочки донных животных. Иногда в кишечник попадают спикулы губок, а у морских звезд, голотурий и некоторых других животных споры и пыльца растений. Неясно, каким образом

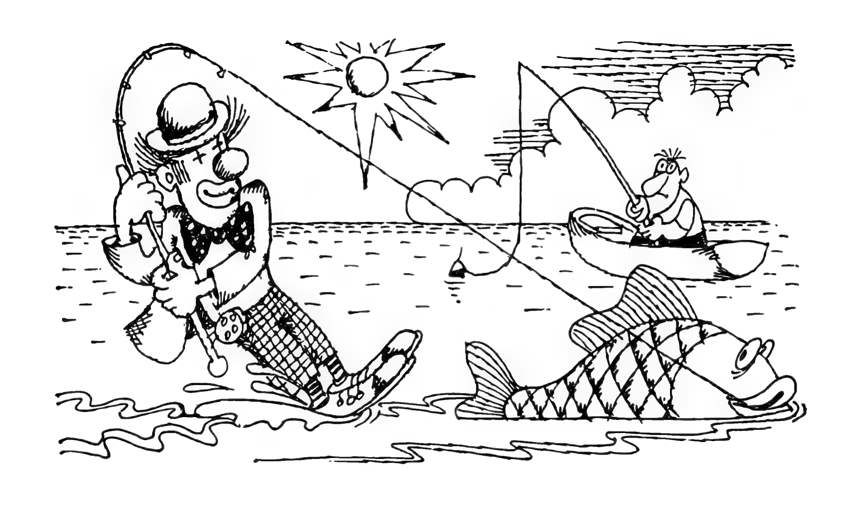
они этого добиваются, но в кишечнике спор и пыльцы бывает в 5—10 раз больше, чем их содержит грунт. Размер зерен пыльцы и спор колеблется от 6 до 300 микрон, так что поштучно отбирать их, видимо, невозможно. Эти земные дары — прекрасная пища. Споры и зерна пыльцы без их наружных оболочек, тоже представляющих немалую ценность, состоят из 13—28 процентов белков, 2—17 — жира, 13—37 — углеводов, содержат все 10 незаменимых аминокислот, все витамины, микроэлементы, некоторые гормоны и ферменты.

Последнюю группу донных животных составляют плотоядные существа, питающиеся трупами и живыми организмами. Среди них есть потребители исключительно живой дичи. Это актинии, морские пауки и представители семи семейств морских звезд. Живут они впроголодь. У подавляющего числа вскрытых животных желудки оказались пустыми. Это свидетельствует о серьезных продовольственных трудностях. В качестве приспособления к постоянному голоданию у плотоядных выработалась способность поглощать огромные количества пищи, если такая возможность им представляется.

К плотоядным донным животным относятся большинство полихет, крабы и раки-отшельники, креветки, бокоплавы, брюхоногие моллюски и офиуры. Кроме животной пищи, в их кишечнике может находиться детрит, иногда в значительных количествах. Неясно, какое его количество попадает туда в качестве гарнира к мясным блюдам, а какое оказывается в кишечнике случайно вместе с плохо «вымытой» пищей. У полихет и крабов частички грунта встречаются особенно часто, а у офиур и креветок редко.

Плотоядные умеют быстро обнаруживать пищу и способны делать запасы пищевых веществ. Поведение трупоядных животных изучают с помощью фотоловушек. На дно опускают приманку и фотоавтомат, делающий снимки через равные промежутки времени. С их помощью удалось установить, какие животные и как скоро появляются у дарового угощения. Особо талантливыми оказались бокоплавы. Они первыми находят приманку, а когда хорошо питаются, быстро накапливают в печени жир. У приманки постоянно засекали офи-

ур, полихет, креветок, крабов, морских ежей и брюхоногих моллюсков. В некоторых районах океана офиуры питаются преимущественно мертвой рыбой. Пока неясно, откуда берется столько рыбы. Бытует предположение, что в океане существуют бедные пищей круговороты воды. Часть попавших туда рыб, использовав все резервы своего организма и не имея сил выбраться в более богатые районы, гибнет от голода. Внизу на дне под этими круговоротами и живут потребители рыбьей падали.



Транспортные проблемы

С чего начать разговор о житье-бытье морских животных? По давно сложившейся традиции нужно было бы сначала познакомить читателя с пищевой пирамидой, с тем, кто, кого и в каком количестве ест, что от этого имеет и кому сам, в свою очередь, попадает в желудок. Однако мне хочется нарушить этот модус. Дело в том, что поглощение пищи требует некоторых хотя бы минимальных условий. Можно отказаться от комфорта и перекусить на ходу. Но если ты идешь камнем ко дну, тут уж не до еды.

По самым скромным подсчетам, не менее $^4/_5$ обитателей океана живет в толще воды. Нужно думать, что первым условием существования в подвешенном состоянии, первым шагом в этом направлении было умение не утонуть, не пойти камнем на дно. Только обзаведясь такими навыками, морские животные могли позволить себе оторваться от твердой опоры и начать приспосабливаться к жизни между поверхностью океана и его дном. Поэтому и нам целесообразно сначала разобраться в том, как они тут обосновались, как обжились, как отдыхают в этом совершенно для нас непривычном состоянии, как удается им держаться на выбранной глубине и не скатываться кубарем вниз.

АНТИПОДЫ

Трудно ли найти в океане надежную опору? К числу наиболее удивительных свойств воды следует отнести ее способность образовывать чрезвычайно прочную пленку поверхностного натяжения, которая возникает благодаря необычной силе электростатических водородных связей, приводящих к прочнейшему сцеплению молекул воды. По силе поверхностного натяжения ни одна жидкость, за исключением ртути, не сравнится с водой. Несмотря на то, что поверхностная пленка чрезвычайно тонка и может быть образована слоем всего в одну или несколько молекул, она способна удержать на себе тяжелые предметы, которые, казалось бы, плавать не должны. Если осторожно положить на поверхность воды стальную иголку или лезвие безопасной бритвы, они не утонут. Важно лишь, чтобы поверхность этих предметов была несмачиваема, то есть препятствовала прилипанию молекул воды.

Пленка поверхностного натяжения дает небольшим животным достаточно надежную опору. Одни разгуливают по ее наружной поверхности, другие уютнее себя чувствуют в воде и бродят по той же пленке, только уже спиною вниз, подвесившись к ее внутренней стороне. Конечно, обитатели верхнего этажа гораздо меньше ростом, чем те, что подвешиваются к пленке снизу, ведь в воде любой объект заметно теряет в весе.

В числе наиболее удивительных существ, чья жизнь связана с пленкой поверхностного натяжения, следует назвать морских клопов-водомерок. Они являются самыми близкими родственниками пресноводным водомеркам, только ростом чуть-чуть поменьше. Их около 40 видов. Все морские водомерки — жители тропиков. При значительном понижении температуры насекомые впадают в оцепенение, а так как в океане некуда спрятаться, чтобы переждать прохладную ночь или холодную зиму, становится понятно, почему в зоне умеренного климата они существовать не способны. Все водомерки, кроме одного-единственного вида, обитающего в Атлантике, жители Индийского и Тихого океанов. Видимо, в периоды оледенения, регулярно обрушивавшиеся на нашу планету, в других местах для них становилось слишком холодно.

Как и полагается насекомым, водомерки имеют три пары ног. Конечности первой пары самые короткие. С их помощью водомерки хватают добычу. Две другие предназначены для передвижения. Они длинные, широко расставлены и покрыты несмачиваемыми волосками. Кончики ног, как поплавки, удерживают насекомое на поверхности воды. На них водомерки скользят, как на коньках, и, как заправские конькобежцы, способны совершать сложные маневры. А если избежать столкновения с внезапно возникшим препятствием невозможно, легко перепрыгивают через него. Движение происходит за счет энергичных взмахов второй пары ног, третья пара обеспечивает маневрирование.

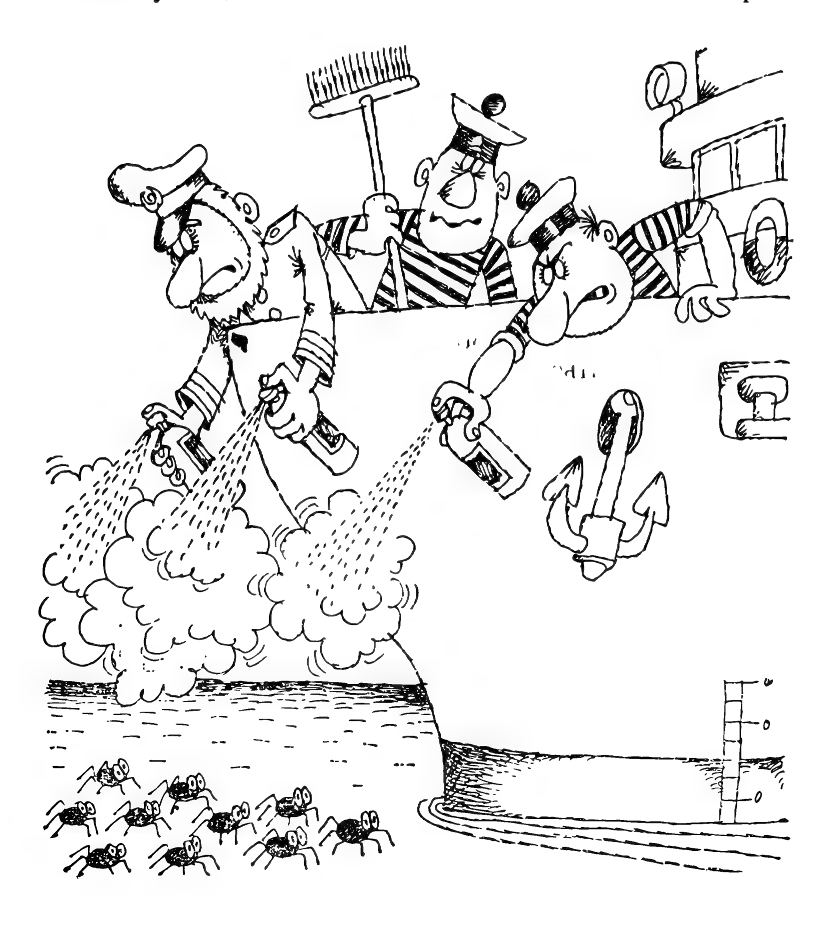
Среди морских водомерок есть любители прибрежных зон. Им живется спокойнее, когда на горизонте маячат береговые утесы и доносится шум прибоя. Другие предпочитают океанские просторы. Крылья водомеркам не нужны. Они не должны подниматься в воздух. Любой порыв ветра, а в них здесь нет недостатка, может подхватить незадачливого авиатора, разлучить с товарищами, выбросить на берег или унести за пределы тропической зоны. Вот почему морские водомерки, в отличие от пресноводных, крыльев не имеют. Зато с уменьем нырять у них все в порядке. А как иначе проживешь среди волн, постоянно угрожающих обрушиться тебе на голову?

Океанские водомерки — существа компанейские, частенько образующие внушительные скопления. Огромные стаи хищников, среди водомерок вегетарианцы не встречаются, нападают на стареющих медуз, на парусников и физалий, в общем, на всех медлительных существ, рискнувших высунуться на поверхность воды, прокалывают верхними челюстями их наружные покровы, запускают в ранку двухканальный хоботок и сосут, сосут, сосут... По заднему каналу в образовавшуюся ранку стекает слюна, содержащая пищеварительные ферменты, а по переднему всасываются тканевые жидкости и частично переваренные ткани. Стрекательные клетки, которыми богаты тела жертв, водомерок почему-то не беспокоят.

С гораздо большими трудностями водомерки сталкиваются при размножении. Для откладки яиц им непременно нужно что-нибудь твердое. Вот почему часть

видов тяготеет к берегам. Здесь яички можно отложить на прибрежные скалы и выступающие из воды камни. Жителям открытых пространств приходится довольствоваться обрывками водорослей, кусками древесины, выброшенным на поверхность океана мусором. Увеличение численности водомерок сдерживается недостатком мест, пригодных для откладки яиц. Когда судьба с помощью вулканических извержений вмешивается в их жизнь, покрывая поверхность океана кусками плавающей пемзы, происходит экологический взрыв, и количество водомерок резко возрастает.

Внизу под пленкой обитают антиподы водомерок.



В их числе морские реснитчатые черви — турбеллярии. Они умеют снизу прилипать к пленке поверхностного натяжения и ползают по ней, как по гладкой поверхности камней или растений. Личинки крабов и других ракообразных обладают несмачиваемыми конечностями, огромными мохнатыми усами или просто длинными шипами, которые позволяют им «цепляться» за поверхностный слой воды. Ветвистоусым ракообразным не мешает даже раковина, в которой они живут. Они прикрепляются к поверхности воды с помощью несмачиваемых щетинок нижнего края своего дома и быстро скользят, как вагонетки подвесной канатной дороги, развивая приличную для подобных малявок скорость. Такие же виртуозы встречаются и среди ракушковых, плавающих в собственном удобном доме.

Икра некоторых рыб, в том числе кефалей, одета в несмачиваемую оболочку, что позволяет ей держаться за поверхность воды. Участки спины у личинок некоторых видов рыб, проводящих детство у поверхности океана, также несмачиваемы водой. У кефальих детей эти участки находятся в районе спинных плавников и помогают им удерживать на спине колбасообразный пузырек воздуха. Фактически личинка прикреплена к аэростату, выполняющему роль поплавка и к тому же способного «цепляться» за поверхностный слой воды.

Пленка поверхностного натяжения, хотя и пребывает в беспрерывном движении, размах которого в сравнении с живущей вблизи нее мелюзгой громаден, вдали от берегов океана служит единственной, хотя и не слишком надежной опорой, позволившей создать особый мирок живых организмов.

ПАРАШЮТЫ И ПОПЛАВКИ

Про человека, который хорошо адаптировался к своей работе и коллективу, в котором трудится, говорят, что он в этой обстановке чувствует себя как рыба в воде. А как рыбы чувствуют себя в океане? Хорошо ли им в воде?

В отличие от сухопутных животных обитателям океана, коротающим жизнь в толще воды, приходится затрачивать энергию не только на передвижение в пространстве, но и на то, чтобы держаться на определенной

глубине. Чтобы не тонуть, животные должны обладать такой же плотностью, как и вода, то есть иметь одинаковый с нею удельный вес. Поэтому водным организмам для построения тела приходится использовать легкие материалы.

Только мелкие и мельчайшие существа могут позволить себе пренебрежительно относиться к весовым характеристикам стройматериалов, используемых для собственных нужд. Крохотные акванавты обладают относительно большой поверхностью, а вода — известной вязкостью. Чтобы утонуть, им необходимо преодолеть сопротивление воды, а для этого пришлось бы произвести определенную работу. Вот почему они могут всю жизнь находиться во взвешенном состоянии, не затрачивая на это дополнительных усилий.

Чуть более крупным существам, чтобы удержаться на плаву, приходится обзаводиться парашютом. Для этого чаще всего используются различные выросты тела. Парашютом может служить раковина или любая часть наружного скелета. Из числа парашютистов прежде всего надо назвать простейших: фораминифер и радиолярий, в том числе акантарий, о которых уже упоминалось. Они пользуются для жилья «крупными» сооружениями, построенными из радиально расположенных игл. Это основной парашют простейших.

Многие радиолярии пользуются и запасным парашютом. Он образован подвижными иглами и многочисленными тончайшими псевдоподиями — выростами их голого тела. Они высовываются из пор раковины и образуют густую «шевелюру». Когда волнение моря усиливается и испуганным крошкам хочется спрятаться, парашютисты втягивают иглы и псевдоподии внутрь протоплазмы, при этом общий объем тела сокращается, его удельный вес возрастает, и животное начинает тонуть. При максимальном числе выпущенных псевдоподий и предельном выдвижении наружу игл удельный вес падает настолько, что животные, видимо, способны всплыть. Парашют радиолярий позволяет им приспосабливаться к частым колебаниям плотности морской воды, возникающим при изменениях ее температуры и солености.

У веслоногих в качестве парашюта используются антеннулы, нередко перистые. Обычно они бывают длин-

нее тела. Аналогичную функцию несут хвостовые ветви и перистые щетинки. Рачки передвигаются короткими скачками, а в интервалах между ними парят на широко расставленных антеннулах, медленно опускаясь вниз. У ветвистоусых ракообразных роль парашюта выполняют антенны. Они двуветвисты, необычно длинны и покрыты перистыми щетинками. Взмахивая антеннами, рачки совершают прыжок, а в промежутках парашютируют на тех же антеннах.

Плотность воды позволяет животным находить в ней опору. Недаром в океане так обычны зонтикообразные медузы, лентообразные или плоские животные. Парашюты не позволяют зависать в воде, но дают возможность замедлить падение. Для парашютистов весьма актуальна проблема уменьшения собственного веса, что достигается несколькими способами. Широко распространено использование легких материалов. Поскольку удельный вес морской воды высок, жителям океана гораздо легче обрести нейтральную плавучесть, чем пресноводным организмам.

Самая тяжелая часть тела — кости. В их состав входит фосфат кальция, который в три раза тяжелее морской воды. Почти так же тяжел карбонат кальция, используемой моллюсками при строительстве раковин. Вот почему кальмары — лучшие пловцы среди моллюсков — отказались от раковины.

Кровь и тканевые жидкости животных содержат целый ряд ионов, обеспечивающих необходимый уровень осмотического давления и кислотности. Наземные организмы используют без разбора и легкие ионы, и такие тяжелые, как ион кальция, магния и сульфата. Для водных организмов тяжелые ионы — непозволительная роскошь, и, если от них можно отказаться без особого вреда для организма, они заменяются более легкими. Очень широко используется легкий ион аммония.

Замена ионного состава широко используется мелкими организмами. Там, где счет идет на микрограммы, она весьма эффективна. Многоклеточные водоросли — валония и халицистис имеют удельный вес, близкий к морской воде. У первого растения он чуть выше, и оно хотя и медленно, но все же тонет. Второе легче воды и способно медленно всплывать к поверхности. Уменьшение удельного веса этих водорослей объясняется тем,

что им удалось частично избавиться от таких тяжелых ионов, как ионы сульфата, магния и кальция, а халицистис к тому же резко сократила использование иона калия, который пользуется у растений повышенным спросом, заменив его более легким натрием. Такой же механизм положительной плавучести ночесветок. В их клеточном соке кальция и магния значительно меньше, чем в морской воде, и почти нет сульфата. Тяжелые ионы заменены более легкими ионами калия и аммония.

Крупные животные, особенно обитающие на больших глубинах, тоже используют этот способ. У взрослого глубоководного кальмара кранхия в отличие от остальных моллюсков сохраняется огромная вторичная полость тела, выполняющая роль поплавка. Ее объем составляет около двух третей животного. Если выпустить жидкость, заполняющую полость, кальмар пойдет ко дну. Осмотическое давление этой жидкости такое же, как у морской воды, но удельный вес равен 1,010, так как в ней полностью отсутствуют тяжелые ионы сульфата и много легких ионов аммония. Чтобы создать поплавок, в организме кальмара задерживается 40 процентов аммиака, вырабатываемого в течение всей жизни животного. Водяной поплавок — прекрасное изобретение природы. У него лишь один недостаток: слишком он громоздок.

Рыбы тоже избегают пользоваться тяжелыми материалами. Концентрация ионов в их крови и других жидкостях тела гораздо ниже, чем в море. Большинству рыб это мало помогает, у них слишком тяжел скелет. Другое дело глубоководные формы, имеющие слабенькие мышцы и редуцированный костяк. Благодаря использованию легких ионов и уменьшению их концентрации удельный вес тела этих рыб равен удельному весу морской воды. Им не приходится затрачивать дополнительных усилий, чтобы держаться на выбранной глубине.

Поплавки могли бы стать очень эффективным средством, если их заполнять чем-нибудь легким. Таким наполнителем может быть жир. Его использование сулит живым существам немало выгод, ведь жир в первую очередь — резервное пищевое вещество, которое принято заготавливать впрок на черный день. Недаром его запасают даже диатомовые водоросли, достигающие таким путем положительной плавучести. Пристрастие ди-

атомей к жиру представляется удивительным, так как все прочие растения запасают крахмал. Однако он тяжеловат и для планктонных организмов становится немалой обузой.

У акул и скатов нет плавательного пузыря, так хорошо помогающего держаться в воде многим рыбам. Зато у них огромная печень, на 75 процентов заполненная жиром. Она позволяет иметь нейтральную плавучесть колючим, сельдевым и полярным акулам. Особенно большая печень у самых быстроходных акул. По весу она может составлять пятую часть массы тела рыбы. Такова печень у черной колючей акулы, глубоководной рыбы, обычной у северных берегов Европы. Жир у акул наилегчайший из всех жиров, встречающихся у животных. Он называется скваленом по названию акулы-катрана, у которой он впервые был обнаружен. (Катраны по-латыни — сквалюс.)

У акул и скатов хрящевой скелет. Они не цементируют его тяжелым кальцием. Поэтому им легче, чем костистым рыбам, с помощью жира приблизиться к нейтральной плавучести.

Большинство морских организмов, запасая жир, складируют его в мышцах, под кожей, в брюшной полости, то есть там, где принято хранить это вещество и у сухопутных животных. Глубоководные рыбы приспособили под жир специальный резервуар. Поскольку на больших глубинах газовые поплавки неприменимы (с проблемами газовых емкостей мы познакомимся чуть позже), они используют освободившийся плавательный пузырь как бурдюк, предназначенный для хранения жира. Бурдюком пользуются некоторые гоностомовые рыбы, близкие родственники сельдей, в том числе циклотоны, живущие на глубинах до 2 километров. Жировой поплавок дает им возможность в поисках пищи подниматься ночью в поверхностные районы океана, чего рыбы с обычным плавательным пузырем позволить себе не могут.

Положительная плавучесть икры ряда черноморских рыб: ставриды, пеламиды, кефали, камбал, калкан и морского языка достигается за счет замены тяжелых ионов легкими и жировых вкраплений. Икринки калкана, ставриды, кефали несут по одной жировой капле. Особенно крупным жировым поплавочком оснащены ик-

ринки кефали, благодаря чему их удельный вес колеблется в пределах 1,007—1,008. В икринке пеламиды до десяти мелких жировых капель, а у морского языка множество совсем крохотных жировых включений. Общий объем жира велик — до 7 процентов объема икринки, что обеспечивает ей удельный вес не выше 1,01.

Плотность воды Черного моря не опускается ниже 1,0106, поэтому икринки не тонут. В Мексиканском заливе вода более соленая с плотностью не ниже 1,025, поэтому удельный вес икры, развивающейся у поверхности, может достигать 1,022.

Вылупившиеся из икры личинки остаются членами нейстона. Поддерживать положительную плавучесть им помогает желточный мешок — запас провизии, дающий возможность завершить начальные этапы развития и приготовиться к активной жизни.

Наиболее грузоподъемны газовые поплавки. Ими широко пользуются обитатели нейстона. Пленка поверхностного натяжения воды только потому выдерживает тяжесть грузноватого тела подвесившегося к ней главкуса, что моллюск постоянно подстраховывает себя, наполняя кишечник пузырьками воздуха.

Моллюск янтина строит из небольших, заполненных газом емкостей овальный плотик. Кораблестроитель выростами передней части ноги подхватывает пузырьки воздуха и обволакивает их быстро твердеющей и плохо растворимой в воде слизью. Из уложенных в два-три слоя пузырьков получается небольшой, но надежный плот, обладающий высокой грузоподъемностью. Строительство производится в быстром темпе, что спасает янтину от опасности оказаться на дне.

Страсть к путешествиям даже ракообразных сделала «кораблестроителями». Морские уточки обычно прикрепляют свою раковину к прибрежной скале или к камню. Есть виды, предпочитающие подвижные объекты. Одни выбирают раковины живых моллюсков, панцири ракообразных, рыб и даже морских исполинов — китов, а другие — различный мусор, плавающий у поверхности океана. Если уточкам не встречается ничего плавающего, они объединяются в артель из 15—30 особей, строят на концах своих «якорных канатов» большой пенистый плотик и, повиснув под его днищем, странствуют по океану.

Обычно плот плывет по воле океанских течений, но

если он оказывается вблизи сифонофор, то команда плота, соблазненная возможностью полакомиться упитанной сифонофорой, начинает слаженно работать грудными ножками и подгребает к намеченной жертве, которую сообща обгрызает, умело орудуя жвалами.

Крупным газовым поплавком пользуются физалии, о которых было подробно рассказано. Их газовый пузырь наполнен не только азотом и кислородом, которого здесь несколько меньше, чем в воздухе, но содержит, кроме того, до 15 процентов окиси углерода — ядовитейшего угарного газа, зато углекислый газ в нем практически отсутствует. Окись углерода вырабатывается в процессе белкового обмена при разложении одной из распространеннейших аминокислот — серина, содержащейся практически в любом белке. Видимо, для поддержания необходимого давления газовый баллон всегда подкачивается угарным газом, во всяком случае, так происходит у мелких сифонофор, чьи крохотные газовые баллоны могут быть на 90 процентов заполнены угарным газом.

НАСОСЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Несмотря на огромную грузоподъемность, газовые поплавки не пользуются всеобщим признанием: они сложны в эксплуатации. Газы в отличие от воды легко сжимаются. Чтобы обладатель плавательного пузыря не был привязан к однажды выбранному горизонту и мог всплывать или уходить на большую глубину, он должен иметь мощные насосы, позволяющие поддерживать на постоянном уровне объем своего поплавка.

Перед обитателями океана, решившими обзавестись газовыми баллонами, кроме необходимости иметь насосы высокого давления, вставал вопрос, из чего строить баллоны, где в подводном царстве достать необходимое количество газа и как избежать постоянных и значительных его потерь при столь высоких давлениях.

Плавательный пузырь представляет собою удлиненный эластичный мешок, лежащий в полости тела, непосредственно под позвоночником, ведь подъемная сила пузыря должна передаваться на твердый каркас рыбьего

тела. Размер плавательного пузыря находится в точном соответствии с размерами рыбы и у обитателей океана достигает 5 процентов объема их тела, а их удельный вес без учета плавательного пузыря равняется 1,07. Плотность пресной воды существенно ниже, чем морской, поэтому плавательные пузыри пресноводных рыб крупнее.

Существуют две основные модели используемых рыбами газовых емкостей. У одних плавательный пузырь полностью герметичен, и для заполнения его газом необходимо специальное устройство. У других соединен с пищеводом. Эти рыбы в любой момент могут избавиться от части газов, заполняющих пузырь, выплюнув их в воду, а если живут у поверхности, могут заполнять пузырь, заглатывая воздух. Для глубоководных рыб такой способ недоступен.

Далеко не все рыбы обладают плавательными пузырями. Это связано с их образом жизни. Не имеют воздушного поплавка донные рыбы. Чтобы спокойно отдыхать на дне, необходимо иметь отрицательную плавучесть. Не пользуются плавательным пузырем быстроходные хищники. В погоне за добычей им необходимо совершать стремительные всплытия и погружения. В этом случае самые совершенные насосы неспособны быстро приводить давление внутри пузыря в соответствие с внешним давлением, и емкость, наполненная газом, становится помехой.

Нет плавательного пузыря у глубоководных рыб. Предельная глубина, на которой случалось поймать рыбу с газовым поплавком, — 4000 метров. Газ в теле этих рыб должен находиться под давлением 400 атмосфер, чудовищная цифра для небольших слабеньких созданий! И хотя многие морские рыбы все же обзавелись плавательными пузырями, использование их на значительных глубинах встречает серьезные трудности.

Представьте себе, что рыба живет на глубине 1 километр, где давление достигает 100 атмосфер, и имеет здесь плавательный пузырь объемом 10 кубических сантиметров. Если она опустится еще на 100 метров глубже, где давление возрастет на 10 атмосфер, ее плавательный пузырь сожмется до объема 9 кубических сантиметров. Уменьшившийся пузырь теперь уже не сможет

выполнять свои функции, и рыба будет вынуждена тратить много энергии, чтобы не пойти камнем на дно или добыть еще 110 кубических сантиметров газа, сжать его под давлением 110 атмосфер до 1 кубического сантиметра и восстановить нейтральную плавучесть.

Еще опаснее для рыбы подниматься в более поверхностные слои. По мере падения давления воды газы плавательного пузыря начнут расширяться, объем его увеличится, и он потащит рыбу наверх. Если она зазевается и поднимется слишком высоко, то уже не сможет преодолеть подъемную силу собственного газового поплавка, будет выброшена на поверхность и вывернута наизнанку, а может быть, просто лопнет. Из этого положения есть лишь один выход — освободиться от излишков газа. Однако, возвращаясь обратно на глубину, рыба будет вынуждена снова заниматься его добычей и восстановлением в плавательном пузыре необходимого давления. Большая и трудоемкая работа.

В плавательных пузырях рыб и других обитателей океана содержатся те же газы, что и в атмосферном воздухе, но часто в иных соотношениях. У некоторых из них там находятся инертные газы, которые присутствуют в воздухе в концентрации не выше десятых или даже сотых долей процента. Европейская ряпушка и многие другие рыбы наполняют свой плавательный пузырь азотом. Однако чаще всего используется кислород, и это понятно, ведь все водные организмы вынуждены заниматься извлечением этого газа из воды и снабжением им всех органов своего организма. Манипуляции с кислородом — дело привычное.

Заполнение газом плавательного пузыря обеспечивает железа, расположенная непосредственно в его стенке. Она хорошо заметна благодаря ярко-красной окраске. Железа лишь помогает выделяться газу, содержащемуся в крови, но сама его не вырабатывает. У рыб она продуцирует молочную кислоту. Попадая в кровяное русло, кислота нарушает связь кислорода с гемоглобином и снижает растворимость газов в плазме крови. Мгновенно кровь наполняется большим количеством свободного кислорода, и он начинает выделяться в плавательный пузырь.

Газовая железа хоть крохотный орган, но обеспечивает образование огромных количеств газов. Нашей ры-

бе с объемом плавательного пузыря, равным 10 кубическим сантиметрам, обитающей на глубине 1 километр, нужен 1 литр газа, так как при давлении в 100 атмосфер объем его уменьшится в 100 раз. Добыть необходимое количество газа полдела, труднее закачать его в плавательный пузырь под должным давлением. Это осуществляет умножающая система. Она позволяет преодолевать огромные давления океанских глубин.

Умножающая система получила название чудесной сети. Ее основой являются кровеносные сосуды. Кровь поступает к газовой железе по специальной артерии, но прежде чем войти в саму железу, она распадается на громадное количество капилляров, а затем снова сливается в один сосуд. Вена, войдя в железу, так же делится на мельчайшие сосуды, проходящие сквозь частокол артериальных капилляров, а затем собирающиеся в общую вену. Необычным в чудесной сети являются капилляры. Во-первых, они здесь не извитые, как в остальных органах, а прямые на всем своем протяжении. Во-вторых, они необычайно длинны. У всех животных, кроме рыб, самые длинные капилляры до 0,5 миллиметра можно увидеть в мышцах. Длина капилляров чудесной сети измеряется целыми миллиметрами. Особенно длинны они у обитателей глубин. Рекорд держат представители бротулевых рыб, ленточные бассоцетусы, имеющие капилляры длиною до 2,5 сантиметра!

Чудесная сеть работает как настоящий насос, нагнетающий в плавательный пузырь газ и поднимающий в нем давление до необходимого уровня. Но вернемся к рыбе, которая с глубины 1 километр опустилась еще на 100 метров, где сжавшийся плавательный пузырь перестал выполнять свою функцию. В этой ситуации тотчас начинает работать газовая железа, выделяя молочную кислоту, что приводит к резкому повышению содержания в крови кислорода. Однако его напряжение еще не столь велико, чтобы он стал покидать кровь и проникать в плавательный пузырь, преодолевая огромное давление, существующее в нем на этой глубине.

Но оттекая от газовой железы, венозная кровь проходит по венозным капиллярам, тесно соприкасающимся с артериальными, где течет кровь, содержащая кислород под давлением всего 0,2 атмосферы (таково давление

кислорода в морской воде на любых глубинах океана), поэтому кислород из венозной крови диффундирует в артериальную. В газовой железе к нему прибавляется новая порция газа, освобожденного из-под влияния гемоглобина. Эта процедура многократно повторяется, и газовая ловушка, не давая кислороду уйти с венозной кровью в жабры, наконец настолько повышает его напряжение, что он преодолеет барьер в 110 атмосфер и начнет проникать в плавательный пузырь, восстанавливая его прежний объем.

Чудесная сеть не только подкачивает в плавательный пузырь новые порции газа, но и предотвращает его утечку. Когда давление внутри плавательного пузыря велико, кислород отсюда начинает поступать в кровяное русло и растворяться в крови, но не выносится в воду, а тотчас же возвращается обратно, так как вся кровь, оттекающая от плавательного пузыря, пропускается сквозь газовую ловушку.

Чтобы понять, почему газовая ловушка-обменник работает так совершенно, представьте ее реальные размеры. У обыкновенного угря чудесная сеть весит всего 65 миллиграммов, но содержит около 100 000 артериальных и такое же количество венозных капилляров по 4 миллиметра каждый. Их общая длина 800 метров, а поверхность стенок, через которые происходит диффузия газов, равняется 100 кубическим сантиметрам. По этой поверхности «размазано» всего 0,04 грамма крови! Ясно, что для свободной диффузии газов условия здесь превосходные. Теоретические расчеты показали, что при существующих размерах чудесной сети она должна обеспечить нормальное заполнение плавательного пузыря при любых давлениях вплоть до 400 атмосфер, то есть при погружении в воду на 4 километра.

Газовая ловушка по своей конструкции является обменником. Ее главное достоинство — высочайшая экономичность. Работа ловушки основывается на простой диффузии газов, то есть идет сама собою без затраты энергетических ресурсов организма. А мощность устройства чудовищна. Оно позволяет создавать давления в 400 атмосфер и обеспечивает герметичность, предотвращая утечку газов с кровью, омывающей стенки плавательного пузыря. Между прочим, утечки газов не происходит и через его стенки, что, видимо, связано с наличием тон-

ких пластинок гуанина, препятствующих их диффузии.

У некоторых животных газовые поплавки несжимаемы. Емкости с твердыми стенками при всех своих минусах имеют над плавательным пузырем неоспоримые преимущества: они не требуют ни создания высокого давления, ни его постоянной регулировки. Уровень давления внутри такого баллона не имеет никакого значения. Плотность морской воды хотя и увеличивается с глубиной, однако не настолько, чтобы это могло серьезно сказаться на плавучести животного при его перемещении вверх или вниз на несколько сотен метров.

Газовыми емкостями из твердого материала пользуются моллюски. К числу умеющих плавать принадлежат жемчужные кораблики, или наутилусы, давшие название подводному кораблю капитана Немо. Их легкие, прочные и очень красивые перламутровые раковины используют для художественных поделок на всех побережьях Индийского океана. Спирально закрученная большая раковина наутилуса разделена внутри на крупные ячейки, заполненные газом. Моллюск живет в самой большой наружной ячейке. По мере своего роста хозяин раковины строит себе более просторное помещение, а освободившееся заполняет морская вода.

Сначала моллюск удаляет из нее натрий. Наутилус умеет осуществлять такие операции. Когда опреснение воды в ячейке закончится, автоматически включаются «осмотические помпы», выкачивающие воду, и камера одновременно заполняется газом. «Помпы» работают автоматически и не требуют специальных затрат энергии, так как приводятся в действие осмотическим давлением жидкостей. Поскольку у соленой воды оно значительно выше, чем у пресной, океан высасывает из раковин почти всю пресную воду, снижая в ее камерах давление, что ускоряет заполнение их газом, который находится здесь под давлением 0,9 атмосферы.

Более совершенным поплавком владеют каракатицы. У них от большой и тяжелой раковины, которой пользуются их ближайшие родственники, осталась небольшая пластинка, скрытая в тканях тела. Она выполняет функцию и скелета и плавательного пузыря. «Кость» каракатицы поражает невесомостью. На разрезе можно видеть, что она состоит из бесчисленного множества узких ячеек, высотою до 0,7 миллиметра, расположенных правиль-

ными слоями. У крупной каракатицы может быть до 100 слоев. Ячейки заполнены газом с обычным давлением около 1 атмосферы. Распорки между ячейками прочны и могли бы выдержать высокое давление, однако каракатицы, как и наутилусы, живут в верхних слоях океана и глубже 200 метров опускаться избегают, так как под действием высокого давления работа поплавка разлаживается.

Пока каракатица плавает у самой поверхности, в ячейках задней части «кости» находится совсем немножко пресной воды. Она просачивается из тела каракатицы под действием гидростатического давления. Чем глубже опустится животное и чем выше поднимется давление тканевых жидкостей его тела, тем больше воды будет сюда проникать. Ячейки воздушного поплавка очень скоро заполнились бы водой, если бы постоянно не работали «помпы», откачивающие ее обратно.

На больших глубинах у каракатиц и наутилусов работа «помп» нарушается. Дело в том, что осмотическое давление жидкостей, проникающих в ячейки, как бы создает отрицательное давление, равное 24 атмосферам. С этой силой океан «всасывает» воду из ячеек, пока каракатица плавает у поверхности. Если животные опустятся на глубину 240 метров, где гидростатическое давление поднимается до 24 атмосфер, произойдет уравнивание давлений, и «помпы» перестанут работать.

Газовый поплавок с прочными стенками ограничивает область обитания каракатиц и наутилусов всего двухсотметровым слоем, однако позволяет сохранять одинаковую плавучесть на любой глубине без дополнительной регулировки своего гидростатического устройства. Непродолжительные экскурсии эти моллюски совершают и на большие глубины, когда к этому их принуждают какие-либо обстоятельства, но там не задерживаются и при первой возможности поднимаются ближе к поверхности.

Мы познакомились здесь с основными механизмами, позволяющими водным организмам поддерживать положительную плавучесть. Вот как нелегко, оказывается, создать для них комфортные условия существования только по одному этому параметру. А сколько еще приспособлений должны иметь водные организмы, чтобы в воде чувствовать себя дома!

ОТ ВЕСЛА ДО РАКЕТЫ

Прежде чем мы узнаем, как плавают морские животные, давайте познакомимся с тем, какую позу они предпочитают принимать во время странствий в просторах океана. Существа, имеющие нейтральную плавучесть, должны чувствовать себя в воде, как в невесомости. Недаром в программе подготовки будущих космонавтов большое внимание уделено тренировочным упражнениям в воде.

Те, кому посчастливилось с помощью акваланга нанести визит в подводное царство, смогли оценить это на собственной практике. Они наверняка были очарованы возможностью зависать в толще воды в самых неестественных для человека позах, в том числе и вниз головой.

Мне непонятна приверженность обитателей океана к тем же позам, какие вынуждены принимать при движении в пространстве сухопутные существа. Рыбы и морские змеи, крупные ракообразные и живущие в океане млекопитающие, как правило, способны принимать в воде любые позы, однако предпочитают плавать головою вперед и брюхом вниз. Безусловно, из этого правила бывают исключения. Правда, морские рыбы избегают плавать кверху брюхом, хотя среди их пресноводных родственников встречаются и подобные оригиналы. В океане так ведут себя или существа достаточно примитивные, в том числе немногочисленные здесь жаброногие ракообразные, или высшие представители позвоночных — настоящие тюлени.

Лучшие пловцы из числа головоногих моллюсков — кальмары и каракатицы, а также некоторые представители десятиногих раков, в том числе креветки, когда у них возникает причина поторопиться, стремительно уносятся задом наперед.

Чтобы передвигаться в пространстве, животные должны иметь соответствующие устройства. Для их создания природа воспользовалась всего тремя принципами. Наиболее распространенным является ундулирующий тип движителя, то есть плавание с помощью волнообразных движений тела или специальных органов. Он встречается у представителей всех классов животных, овладевших техникой целенаправленного передвижения, и для многих одноклеточных из числа спирохет,

для различных червей, миног и миксин, костистых и хрящевых рыб, некоторых рептилий, китов и дельфинов, ламантин, дюгоней и тюленей является основным или даже единственным способом передвижения.

При ундулирующем способе передвижения передняя часть животного обычно сохраняет неподвижность, а задняя волнообразно изгибается, причем чем дальше от головы, тем амплитуда волн становится больше. Чаще всего изгибы тела направлены вправо и влево от его оси, реже вверх и вниз, что свойственно морским млекопитающим: китам, дельфинам, ламантинам и дюгоням. Это облегчает животным всплытие к поверхности для дыхания и следующее за ним погружение.

Совершенно очевидно, что пловцу необходимо иметь гибкое тело и хорошо развитую мускулатуру. Если судьба обделила его гибкостью, приходится обзаводиться плавниками. Здесь имеются в виду такие плавники, которые невозможно использовать как весла. Если они располагаются в горизонтальной плоскости, тогда их бывает не менее двух по бокам тела животного, как это принято у скатов и кальмаров, а если в вертикальном, рыбы иногда ограничиваются одним плавником, чаще всего спинным, как это в моде у сельдяных королей.

При ундулирующем типе плавания поступательное движение возникает благодаря тому, что при прохождении волны от головы к хвосту передняя (если ориентироваться по направлению движения) косая поверхность волнообразно изогнутого тела встречает сопротивление воды и как бы отталкивается от нее, сообщая телу некоторую направленную вперед тяговую силу.

В конструкции ундулирующего движителя преобладают две тенденции. Приспособлением для длительных неторопливых заплывов на марафонские дистанции является длинное и гибкое во всех своих отделах тело, какое бывает у морских змей. Это позволяет использовать все тело, всю мускулатуру, и движитель будет иметь высокий коэффициент полезного действия, но окажется неспособным обеспечить большую скорость.

У быстроходных существ передняя часть тела имеет высокую «жесткость», а подвижная отодвигается как можно дальше к его концу, и функция передвижения целиком передается хвостовому плавнику. Такая конструкция тела позволяет развивать большую скорость

и при этом не мешает оставаться стайером. Чтобы обеспечить гибкость, рыбы освободили хвостовую часть тела от панцирных пластин, а часто и от чешуи, создающей дополнительное трение, как это наблюдается у меч-рыбы и у некоторых рыб семейства скумбриевых.

Совершенно очевидно, что скорость движения зависит от амплитуды и частоты движений плавников, от их площади и формы. Для достижения больших скоростей желательно, чтобы рабочая поверхность была большой и плоской. Она сильнее отталкивается от воды, чем выпуклая.

Скорость движения составляет следующую часть скорости распространения локомоторной волны:

для крохотных спермиев морского ежа всего 0,2,
для морских немертин — 0,3,
для акул — 0,5,
для макрели — 0,55,
для трески, карася, ужа — 0,7.

При этом коэффициент полезного действия движителя для спермиев морских ежей достигает 60, для угревидных рыб — 80, для рыб, передвигающихся с помощью взмахов хвоста, — 75—80 процентов, а для ужа даже 85. Для поддержания прямолинейности движения необходимо, чтобы на теле укладывалось не меньше одной локомоторной волны, иначе животное будет «рыскать» из стороны в сторону, что неизбежно отразится на скорости движения.

У хорошо плавающих животных, от рыб до млекопитающих, задний хвостовой конец тела снабжен плавником. Он создает движущую силу и помогает сохранять или, наоборот, менять направление движения, а также способствует улучшению обтекаемости тела. Животные, передвигающиеся с помощью хвоста, пользуются плавниками трех основных видов. Их конфигурация может многое рассказать об образе жизни этих животных.

Самые тихоходные рыбы имеют округлый плавник, как у самок гуппи, обычных аквариумных рыбок. В море такими плавниками пользуются донные рыбы и те, что живут возле скал и коралловых рифов: рыба-жаба, различные бычки, зубатки, нототении, удильщики, рыбы-клоуны, иглобрюхи и кузовки, камбалы, морские собачки. При движении этих рыб турбулентных вихрей

вблизи их тела не образуется. Однако если бы они смогли значительно увеличить свою скорость, в районе хвостового плавника возникла бы турбулентная зона. Для большинства рыб она имела бы форму равнобедренного треугольника с вершиной, лежащей вблизи окончания позвоночного столба, и основанием, располагающимся перпендикулярно к позвоночнику рыбы. Турбулентность серьезно снизила бы эффективность работы плавника.

У более быстроходных животных хвостовой плавник приобретает двухлопастную форму. У них как бы вырезана (причем вырезана, так сказать, с гаком) та зона, где при значительной скорости возникла бы зона отрыва пограничного слоя воды. Поэтому турбулентность возникает позади рыбы и не может существенно сказаться на ее скорости. Если построить ряд из рыб в соответствии со скоростью их передвижения, станет очевидным, что сначала была ликвидирована округлость хвоста. Такое впечатление, что его аккуратно подровняли. У более расторопных рыб на хвосте появляется неглубокая выемка, а у действительно быстроходных созданий она становится глубокой.

Углубление выемки плавника и одновременное уменьшение его площади выгодно лишь до определенных пределов, так как одновременно снижается коэффициент его полезного действия. Из возникшего противоречия имеется простой выход: лопасти плавника начинают увеличиваться вверх и вниз. При этом он остается двухлопастным, но срединный вырез его сглаживается или исчезает совершенно. В конечном итоге лопасти плавника превращаются в узкие полоски, расположенные почти перпендикулярно к продольной оси тела животного (такую форму имеют хвосты быстроходных рыб — корифен, тунцов, парусников, меч-рыбы, а также китов, ламантин, дюгоней). При этой конструкции плавника они способны развивать большую скорость: акула-катран — 12, белуга — 14, черноморская ставрида — 22, большая барракуда — 44, тунец желтоперый — 65, пеламида-ваху — 87, парусник — 110, черный марлин и меч-рыба — 130 километров в час. У многих хищных рыб, у судака, трески, пикши, морского окуня, которым, казалось бы, необходима расторопность, хвостовой плавник не отличается глубоким вырезом. Там, где нужно мгновенно

разогнаться для короткого молниеносного броска, пользуются нерасчлененными плавниками. Только они способны обеспечить значительное ускорение.

Для использования ундулирующего принципа размер животных не имеет значения. Им с успехом пользуются и гиганты животного царства — киты, и самые крохотные существа — одноклеточные организмы. Малюсенькие пловцы передвигаются, изгибая свое тело или реснички и жгутики.

По жгутикам, как и по рыбьим хвостам, бегут плоские или спиральные волны, причем они могут двигаться как от основания к его концу, так и в обратном направлении, и тогда подобный виртуоз пятится назад. Лучше всего работа микродвигателей изучена у спермиев морских животных: полихет, морских ежей, асцидий. Длина волн хвостиков сперматозоидов колеблется от 20 до 25 микрон, амплитуда волн от 4 до 5 микрон, а их частота от 25 до 35 герц. Движения хвоста позволяют спермию двигаться со скоростью 100—200 микрон в секунду.

Жгутиков может быть несколько (2, 4, 8), но это не меняет существа дела, конечно, если они сконцентрированы на одном полюсе тела клетки и направлены в одну сторону. Работа жгутиков чаще всего упорядочена, что позволяет поступательное движение сопровождать вращательным. Прекращение на одной из сторон тела работы одного или нескольких жгутиков вызывает поворот в эту же сторону. Скорость передвижения одноклеточных зависит от длины жгутиков, их количества, от амплитуды и частоты колебательных движений, а также от размеров их тела. Головка спермия морского ежа на 15 процентов снижает скорость, которую мог бы развить изолированный хвостик, а у одножгутиковых флягеллят с очень крупным телом оно снижает скорость на 70 процентов.

У инфузорий и других простейших тело покрыто короткими ресничками. У среднего по величине одноклеточного существа их может быть 10—20 тысяч. Если они разбросаны равномерно по всей поверхности тела, свободной от «панциря» или раковины, это значит, что их владелец неплохой пловец. Когда нормальные по величине и подвижности реснички покрывают лишь одну сторону тела, можно думать, что их обладатель умеет ползать и предпочитает жить на твердом субстрате.

Реснички значительно короче тела животного и существенно меньше жгутиков. Их слаженные волнообразные колебания сообщают животному вполне приличную скорость. Нередко реснички совершают более сложное движение, получившее у зоологов название гребного удара. В этом случае движение делится на две фазы: рабочую и возвратную.

Рабочее движение происходит с большей скоростью, чем возврат реснички в исходное положение. Обычно наблюдается волнообразное изгибание основания реснички, при котором она отклоняется назад, совершая гребной удар. Возврат к исходной позиции осуществляется за счет прохождения волны от кончика реснички к ее основанию. Передвижение с помощью гребных ударов позволяет развивать удивительно большие скорости — до 2—3 миллиметров в секунду. Реснитчатые инфузории за 1 секунду покрывают расстояние, в 10—15 раз превышающее длину своего тела. Если бы на это были способны легковые машины, их скорость достигала бы 200—250 километров.

У многих одноклеточных реснички сосредоточены на ограниченной части тела. Морские кувшинчики, живущие в прозрачных домиках, приводят в движение свой корабль с помощью венчика ресничек, высовывающихся из отверстия кувшинчика. С их помощью они не только загоняют пищевые частички в кувшинчик, но и движутся в воде задом наперед.

Второе место по частоте использования занимает весельный способ передвижения. Им пользуются все животные, имеющие развитые конечности: ракообразные, рыбы, рептилии, млекопитающие и птицы.

У ракообразных отличные весла получаются из усиков. Некоторые ракообразные способны грести всеми грудными и брюшными ножками и похожи на миниатюрную модель гребной галеры. У эвфаузиид одноименные плавательные ножки правой и левой сторон тела с помощью крючковидных шипов сцепляются между собою, что позволяет им осуществлять одновременный, строго синхронный весельный удар. Позвоночные пользуются двухвесельными движителями. У рыб в весла превращены грудные плавники, у ушастых тюленей — передние ласты. А морские черепахи гребут преимущественно передними лапами.

Весельный движитель — двухтактный. Первый такт — холостой ход, подготовка к рабочей фазе. У позвоночных животных это отведение «весла» вперед ребром или в сложенном положении, как поступают со своими лапками птицы. Второй такт — рабочий ход, во время которого «весло» переводится в заднее положение. При этом рабочий элемент максимально расширен и своею наибольшей поверхностью обращен в противоположную от движения животного сторону. Часто оба весла движутся одновременно, а весельный движитель продуцирует пульсирующую движущую силу, возникающую лишь во время более короткого второго цикла.

Немало животных используют брюшко как весло. Резко сгибая и разгибая брюшко и отталкиваясь им от воды, планктонные эвфаузииды совершают стремительные прыжки вперед или назад. Пользуются брюшком креветки. Антенны и грудные ножки во время движения прижаты к телу, что уменьшает трение, а когда креветки хотят зависнуть в толще воды, они принимают вертикальную позу, расправляют парашют — длинные антенны и внутренние ветви грудных ног, но так как этого оказывается недостаточно, неторопливо подгребают брюшными плавательными ножками и наружными ветвями грудных ног.

Неплохих пловцов можно найти и среди крабов. У представителей семейства крабов-плавунцов на пятой паре грудных ножек уплощены последние членики, используемые как рабочие лопасти гребного винта. Когда плавунцы отправляются в плаванье, пятая пара грудных ног работает как пропеллер, то есть совершает взмахи перпендикулярно к направлению движения животного. Это позволяет им развивать скорость до 4 километров в час. Интересно, что плывут крабы боком!

Третья разновидность движителей использует гидрореактивный способ. Сила тяги возникает за счет воды, с силой выбрасываемой из «сопла». Этим способом пользуются медузы. Ритмически сокращая мускулатуру колокола и выталкивая из-под него воду, они плывут короткими толчками. Сходным способом владеют гребешки, чьи крупные раковины курильщики используют под пепельницы. У этих двухстворчатых моллюсков округлая раковина и прямой замочный край. Сильный мускул-замыкатель позволяет резко захлопывать ее створ-

ки. При этом вода из раковины выталкивается и гидрореактивный удар подбрасывает «летающее блюдечко». Энергично открывая и захлопывая раковину, гребешок совершает прыжки длиною до 50—70 сантиметров. Очередной прыжок совершается раньше, чем раковина коснется грунта.

Прекрасным водометным движителем владеют аппендикулярии. Для жилья они строят подводное «судно». «Подлодка» имеет заостренный спереди нос. В передней ее части находятся два водозаборных отверстия, перекрытых частой решеткой. Через них внутрь «судна» поступает вода. В задней части корпуса «подводной лодки» находится водометное отверстие. Двигателем служит хвост животного. Его волнообразные движения создают внутри корпуса «судна» ток воды. Она засасывается через передние отверстия, фильтруется и с силой выбрасывается из заднего отверстия, создавая движущую силу.

У оболочников, к которым относятся и аппендикулярии, гидрореактивные движители в большом почете. Огнетелки — коллективные существа. Они образуют свободноплавающую колонию, имеющую форму цилиндрической ракеты с широким соплом на заднем конце. Каждый живой член колонии, использованный на построение стенки цилиндра, является крохотным насосом. Уложенные в один «кирпич», они своими телами образуют стенки «ракеты». Ротовые сифоны отдельных пиростомок обращены наружу, а отверстия клоак открываются внутрь «ракеты». Члены колонии набирают в полость тела забортную воду и, сокращаясь почти одновременно, закачивают ее в полость «ракеты». Оттуда вода выбрасывается наружу, а «ракета» плывет в противоположную сторону.

Самым совершенным гидрореактивным движителем владеют головоногие моллюски: осьминоги, каракатицы и кальмары. Осьминоги — прирожденные пешеходы, а умение плавать необходимо лишь глубоководным. Приспособление для плавания у них далеко от совершенства. Их «руки», окружающие ротовое отверстие, почти до самых кончиков покрыты перепонкой, которая образует солидный «кринолин». В такой «юбке» животное напоминает медузу, несущую на своем куполе небольшое тело осьминога. «Кринолин», сжимаясь, выбра-

сывает находящуюся под ним воду и вновь превращается в большой колокол, запасая воду для следующего толчка. Он предназначен как для передвижения, так и для охоты. Расширяясь, «кринолин» способствует быстрому поступлению туда воды со всеми находящимися в ней живыми существами, которые в ее струях теряют устойчивость (глубоководные организмы не имеют опыта борьбы с движением воды) и по инерции попадают владельцу «кринолина» прямо в рот.

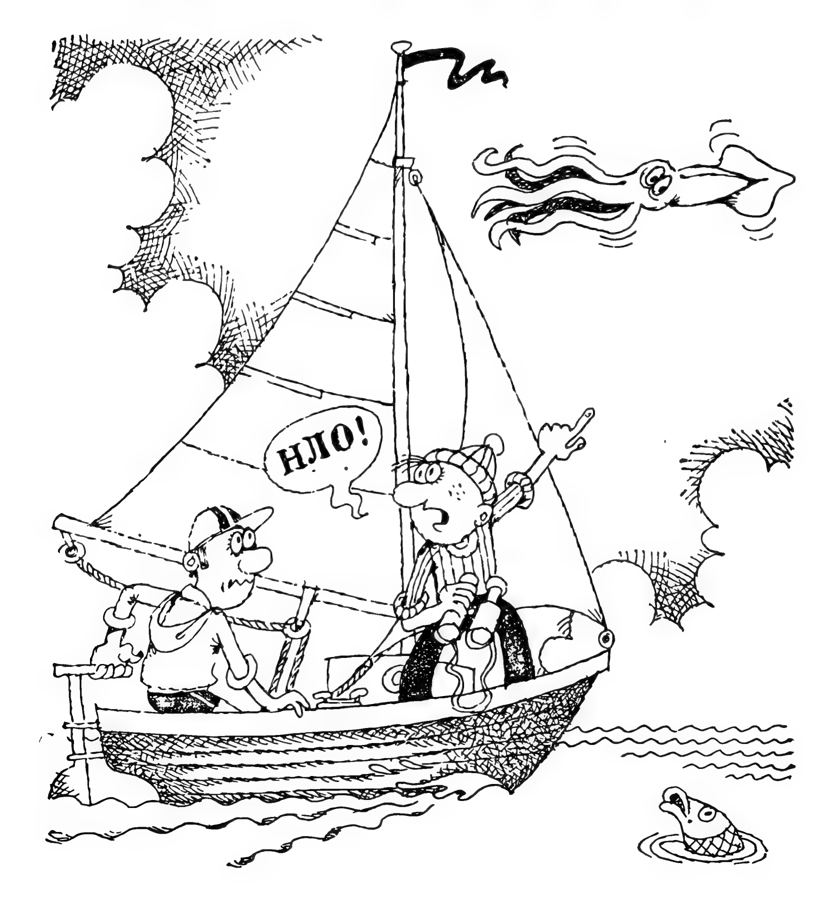
Основным движителем кальмару служит находящийся на животе мантийный мешок, образованный специальной кожной складкой, в котором находятся жабры. Сюда же сливаются все нечистоты. Заполненная водой мантийная полость составляет 1/3 тела животного. На брюшной стороне, возле того места, где у позвоночных животных шея, находится щель, ведущая в мантийную полость. В нее вставлено сопло ракетного движителя. Благодаря наличию кольцевых мышц владелец подводной «ракеты» имеет возможность регулировать диаметр его жерла. Заполнение мантийной полости забортной водой происходит через длинную мантийную щель. Чем больше щель, тем меньше времени затрачивается на эту процедуру и тем в более частом ритме может работать водометное устройство.

Когда мантийная полость заполнена, щель закрывается. Герметичность обеспечивает запорное устройство. По одному краю щели располагаются хрящевые грибовидные бугорки. На другой стороне углубления. Шляпки бугорков входят в пазы и, как кнопки, застегивают мешок. Когда давление в нем превысит наружное, нижний край прорехи с силой прижимается к верхнему. Для воды остается единственный выход — сопло, откуда она выбрасывается с тем большей скоростью, чем сильнее кольцевые мышцы сжимают его и чем у́же водометное отверстие. Заполняя мантийную полость и выбрасывая 5—6 раз в секунду тугую струю воды, уносится стая кальмаров от потревожившего их хищника.

Кальмары — быстроходные и высокоманевренные пловцы. Их обычная скорость — 30—55 километров в час. Чтобы ее обеспечить, струи воды должны вырываться из сопла со скоростью 50—100 километров. Кальмары способны плыть и головой вперед, и хвостом, и в любой момент резко изменить направление движения. Это

достигается изменением положения сопла. Если воронка с соплом на конце вытянута вдоль тела, животное плывет вперед хвостом. Когда она изогнута в дугу на 180 градусов и направлена соплом назад, животное плывет головным концом вперед. Маневрировать животным помогает и пара ромбовидных плавников, находящихся в задней части тела. Поймать удирающего и постоянно меняющего курс кальмара — трудная задача для хищника.

Благодаря совместной деятельности плавников и сопла кальмары умеют зависать в воде. При этом животное двигает плавниками, сопло работающего водомета направлено вниз, а тело находится под углом к по-



верхности воды, причем голова всегда бывает ниже хвоста. Если кальмары двигаются медленно, они используют совместное действие обоих своих движителей и плывут в наклонном положении, слегка приподняв ту часть тела, которая в данном случае выполняет функцию носа судна.

Главу о способах передвижения хочется завершить рассказом о попытках обитателей океана освоить воздушное пространство. Здесь уже говорилось, что с помощью энергичных движений хвоста эвфаузииды совершают в воде прыжки и даже способны выскакивать из воды. Хищным эвфаузиидам это помогает настигать добычу, а «травоядным» — спасаться от преследования.

Среди кальмаров нашлись более талантливые авиаторы, способные совершать планирующий полет, покрывая по воздуху немалое расстояние. Таких умельцев около 10 видов. Дальность полета ограничена весовыми характеристиками их тел. Планировать может лишь мелюзга, животные длиной 20—25 сантиметров. Они умудряются подниматься в воздух на высоту 5—8 метров и легко покрывают расстояние в 50—60 метров. При попутном ветре дальность полета может увеличиваться в несколько раз. Согласно расчетным данным, чтобы оторваться от воды, предполетная скорость кальмаров должна достигать 70 километров в час, при этом скорость выброса воды из сопла — 100—120 километров.

Более способными летунами оказались рыбы. Их около 50—60 видов. Название «летучие рыбы» не совсем точно отражает сущность дела. Их правильнее было бы назвать «планирующими». Только пресноводные рыбы-бабочки способны к активному машущему полету.

Летучие рыбы невелики ростом, от 15 до 25—35 сантиметров. Даже гигантская летучая рыба не длиннее 50. «Летающие» рыбы имеют необычайно большие грудные плавники. У наиболее способных летунов они достигают 80 процентов от длины тела и содержат большое число лучей, обладающих повышенной жесткостью. Они располагаются вблизи центра тяжести рыб, но несколько сдвинуты вверх, что в полете придает телу известную устойчивость.

Чтобы оторваться от поверхности воды, рыбам необходимо набрать высокую скорость. Полурыловые рыбы в освоении воздушного пространства как бы остановис-

лись на полпути. Они держатся у самой поверхности воды и при любой опасности выскакивают из нее, но невысоко, что все же помогает спасаться от хищников.

Некоторые полурылы, выскакивая на поверхность воды, полностью от нее не отрываются. Нижняя, наиболее крупная лопасть хвостового плавника остается в воде, и рыба, энергично работая ею, стремительно скользит над поверхностью, как судно на подводных крыльях, покрывая расстояние до 70 метров. Особое устройство задней части позвоночника позволяет хвосту под действием собственной тяжести свешиваться вниз и работать в таком положении. Летучему длиннорылу это позволяет резко увеличить скорость и, оторвавшись от воды, покрыть в планирующем полете 50—60 метров.

Самые лучшие авиаторы — четырехкрылые летучие рыбы. У них две пары несущих плоскостей, образованных грудными и брюшными плавниками. Малый вес достаточно большого тела, используемого как несущая плоскость, и огромная нижняя лопасть хвостового плавника из жестко соединенных между собой лучей, дольше всего остающаяся в воде, помогают подняться в воздух.

Разгоняясь в воде, рыбы, чтобы уменьшить лобовое сопротивление, прижимают грудные и брюшные плавники к телу и раскрывают их в воздухе. Перед взлетом хвост совершает 50—70 взмахов в секунду, а скорость достигает 30—35 километров в час. Отрыв от поверхности происходит благодаря последним энергичным взмахам нижней лопасти, и в воздухе скорость возрастает до 60—70 километров в час. Полет обычно продолжается около 2 секунд, при этом рыба поднимается в воздух на 6—7 метров и способна покрыть расстояние в 50 метров. Иногда воздушное путешествие продолжается 15—30 секунд. Зоологи считают, что для полета необходим сильный попутный ветер или возможность время от времени восстанавливать постепенно падающую скорость. Действительно, рыбы многократно опускаются к поверхности, окунают в воду усиленно работающую нижнюю лопасть хвоста и вновь взмывают вверх. Это позволяет покрыть без малого полкилометра. Увы, полет такой длительности, к которому летучих рыб принуждают охотящиеся на них тунцы и корифены, не спасает их от гибели, так как хищники продолжают преследовать под водой, а в воздухе поджидают фрегаты.

ОБОРОТНАЯ СТОРОНА СОПРОТИВЛЕНИЯ

Водная среда, с одной стороны, создает для морских организмов некоторую опору, позволяя им не тонуть, с другой, оказывает сопротивление, мешая передвигаться в пространстве. С сопротивлением среды приходится бороться. Практически вся энергия, которую водные существа расходуют при перемещении, тратится на ее преодоление.

Вода почти в тысячу раз плотнее воздуха, а потому оказывает движущемуся телу более значительное сопротивление. В этом каждый имел возможность убедиться, входя в воду. Сопротивление воды складывается из трения и давления. Трение возникает в результате того, что вода обладает известной вязкостью. Энергия, которую приходится тратить живым организмам на ее преодоление, это и есть та ее часть, которую съедает трение. Во время перемещения животного вода не скользит по поверхности его тела, а прилипает к ней. В результате плывущее животное тащит за собой часть обтекающего его потока воды, слой сдвига, представляющий собой слоеный пирог. Его слои движутся тем медленнее, чем ближе расположены к телу. Такое послойное движение называют ламинарным. В реальности его существования убеждает пыль на лопастях вентилятора, не сдуваемая сильнейшими потоками воздуха. В водной и воздушной среде действуют одни и те же механизмы трения.

Чтобы двигаться, животное должно смещать находящуюся перед ним воду. Это лобовое сопротивление. Его величина зависит от формы тела. Для диска, перемещающегося плоскостью вперед, лобовое сопротивление значительно выше, чем при движении вперед ребром. В первом случае диск будет оставлять за собою область с завихренным движением воды, во втором не возникнет почти никакого возмущения. Буруны, возникающие у форштевня быстро идущего судна, разбегаются в обе стороны от корпуса. Вода за кормой приобретает кинетическую энергию, источником которой является работа, совершаемая при проталкивании судна вперед. Совершенно очевидно, что для создания такого сильного движения воды необходимо затратить немало энергии.

Лобовое сопротивление называют сопротивлением давлению. Оно зависит от размера и формы передней

и задней частей двигающегося тела. Может показаться невероятным, но тупая корма у судна является причиной более значительного сопротивления воды, чем тупой нос! Чтобы избавиться от завихрений позади движущегося тела, необходимо постепенное сужение его заднего конца. Тогда сзади струи будут плавно смыкаться.

У хорошо обтекаемого тела лобовое сопротивление почти целиком связано с трением, а оно, в свою очередь, зависит от размеров поверхности. Сопротивление такому телу будет немногим больше, чем у пластины равной с ним площади, если она движется ребром вперед.

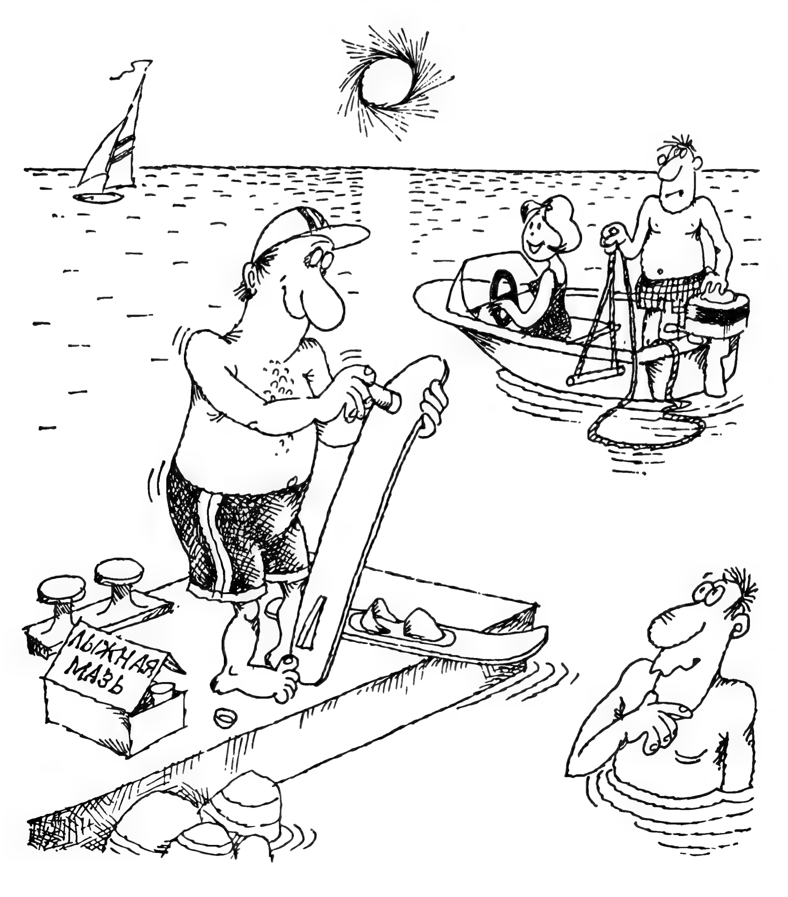
Для активно плавающих животных лобовое сопротивление зависит от отношения их длины к наибольшему диаметру. Увеличение длины тела обычно сопровождается существенным увеличением его площади, что приводит к увеличению трения и снижению сопротивления давлению. У объектов с одинаковой площадью поверхности лобовое сопротивление будет наименьшим при отношении длины к диаметру, равном двум.

Ламинарное, послойное движение воды вдоль двигающегося тела сохраняется лишь при небольших скоростях перемещения. Когда скорость достигнет критического значения, в пограничном слое возникают завихрения, то есть движение жидкости становится турбулентным, что в переводе с латыни означает «бурный», «беспорядочный». При этом сопротивление трения резко возрастает, но так как бурный пограничный слой приводит к уменьшению размеров возмущения позади двигающегося тела, сопротивление давлению падает. С помощью турбулентного пограничного слоя можно резко уменьшить лобовое сопротивление, чем живые существа активно пользуются. Они добиваются возникновения турбулентности при малых скоростях движения с помощью различных выростов своего тела или передвигаются со скоростью, при которой она возникает сама собой.

Скорость движения животных, имеющих обтекаемую форму, при которой возникает турбулентность и происходит снижение лобового сопротивления, зависит от их размера. Для более крупных она существенно меньше, чем для мелких. При длине рыбы, равной 1 метру, достаточно скорости 1 метр в секунду, а при длине тела в 10 сантиметров — около 10 метров в секунду.

Обычно турбулентный пограничный слой начинается

в некотором отдалении от переднего конца движущегося животного. Изменяя форму тела, можно сократить размеры турбулентного слоя, отодвинув его к хвосту. Если передняя часть тела животного постепенно расширяется, а самая широкая отодвинута назад, впереди нее пограничный слой остается ламинарным, а завихрения возникают в районе утолщения. В этом случае сопротивление трения остается незначительным. Однако слишком близко к концу тела относить наиболее расширенную его часть не резон, так как выгоды от уменьшения трения не компенсируют резко увеличивающегося в этом случае сопротивления давления.



Животные умело пользуются преимуществами, которые дают ламинарность или турбулентность пограничного слоя. Об этом говорит гладкая, нередко покрытая обильной слизью кожа одних животных или неожиданные шероховатости и даже выступы на теле других. Шероховатость, если неровности невелики и не торчат из пограничного слоя, почти не увеличивает лобового сопротивления. Зато крупные выступы могут вызвать турбулентность.

Пару десятилетий назад физиологи обратили внимание на то, что дельфины способны развивать слишком большую скорость, не соответствующую мощности их мышц. Так, например, дельфин Гилля длиною 190 сантиметров способен развивать скорость более 8 метров в секунду. Для объяснения парадокса дельфинов было высказано предположение, что губчатая ткань, лежащая у поверхности кожи, поглощает часть энергии бурных турбулентных завихрений, резко снижая размах колебаний в прилегающем к коже слое воды. Некоторые ученые подозревают, что дельфины благодаря хорошо развитым кожным нервам способны предчувствовать зарождение турбулентности в определенных районах наружных покровов и с помощью кожных мышц изменяют форму тела, поддерживая его обтекаемость на оптимальном уровне, благодаря чему лобовое сопротивление животного остается более низким, чем было бы у его твердой копии.

Ничего достоверного не известно о влиянии слизи наружных покровов животных на обтекаемость их тел. Экспериментальная проверка подтвердила, что смазка может снижать трение, и даже были успешные попытки внедрения в практику «смазки» корпусов судов. Еще в тридцатые годы во время движения огромного океанского лайнера «Нормандия», перевозившего пассажиров через Атлантический океан, в носовую часть судна подавалась водно-воздушная эмульсия, резко снижавшая вязкость, а следовательно, и трение пограничного слоя воды. Несколько позже был создан ряд полимерных жидкостей, способных при добавлении в воду (в совершенно ничтожных количествах) уменьшить или полностью погасить турбулентность.

Пограничный слой вокруг крупных животных позволяет рыбам-лоцманам использовать акул как транспорт-

ное средство. Издавна моряки считали, что более зоркие лоцманы плывут впереди своих грозных владык и наводят хищниц на дичь, за что получают крохи с барского стола. Это не соответствует действительности. Обычно лоцман в 8—20 раз меньше акулы, которую он сопровождает. В этом случае наиболее экономичная скорость хищницы будет как минимум в три раза превышать экономичную скорость эскорта. Трудно представить, чтобы лоцманы смогли выдержать такие темпы.

Наблюдения в море показали, что лоцманы не забегают вперед акулы, а держатся в непосредственной близости от хвостовой части ее тела. Только там «зайцы» могут проехаться бесплатно, не затрачивая на передвижение серьезных усилий, так как находятся в толще окружающего акулу пограничного слоя. Теоретические подсчеты показывают, что у двухметровой акулы толщина пограничного слоя в 33—28 сантиметрах от кончика ее хвоста будет достигать 4—4,5 сантиметра. Вполне достаточно, чтобы в нем нашли приют 20-сантиметровые лоцманы. У 12-метровой акулы в двух метрах от кончика ее хвоста пограничный слой имеет толщину 23 сантиметра. В нем, уютно устроившись, могут путешествовать чуть ли не метровые лоцманы с высотою тела до 8 сантиметров. Пограничным слоем океанских лайнеров, толщина которого превышает 1 метр, могут пользоваться даже крупные животные.

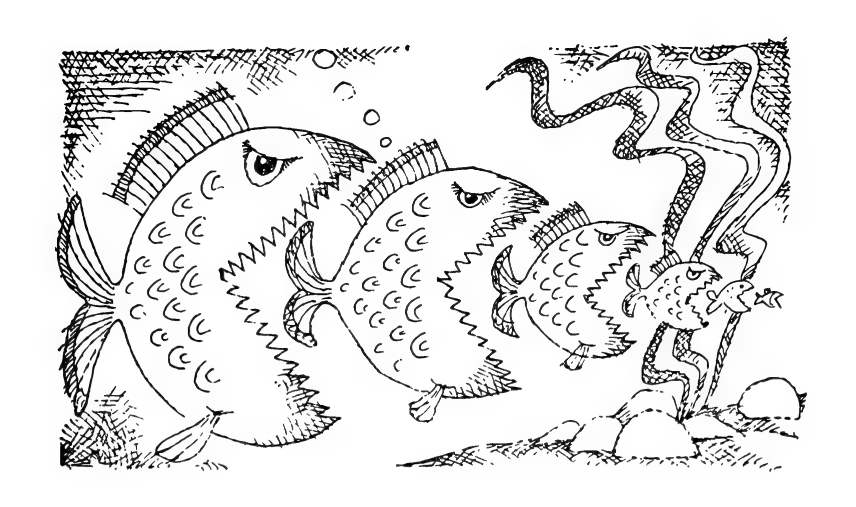
Ну а как быть лоцману, если он зазевается и покинет пограничный слой? Оказывается, отстать от «поезда» не так-то просто: отставший пассажир будет мгновенно возвращен обратно под действием так называемой пондеромоторной силы притяжения, возникающей между находящимися рядом и плывущими параллельным курсом телами. Сила притяжения значительна. Лоцманы чувствуют себя здесь достаточно уверенно.

Оперируя одной лишь логикой обыденного здравого смысла, трудно поверить, что к акуле прилипает слой воды толщиной в 23 сантиметра и несчастная рыба тянет за собой этакую тяжесть, а заодно может прихватить и оказавшуюся там живность. В существовании пограничного слоя можно убедиться, путешествуя любым быстроходным транспортом. Вероятно, каждому случалось видеть, как к одному из боковых стекол

легковой машины «прилипает» оказавшийся в воздухе древесный лист и надежно держится на нем, вопреки воздушным вихрям, поднятым машиной, пока она почему-то не сбавит скорость.

Еще более удивительная картина может открыться из иллюминатора самолета. Иногда случается видеть, как невесть откуда принесенная снежинка «прилипает» к крылу самолета и медленно, с остановками, ползет к его заднему краю, без труда выдерживая напор воздушных вихрей чудовищной силы. Странное поведение листьев, бумажек, снежинок — результат «шалостей» пограничного слоя.

Обитатели океана прекрасно ориентированы в законах обтекания и разумно ими пользуются. Китовые вши, «зайцами» путешествующие на теле кита, несмотря на то, что не умеют плавать, чувствуют себя там достаточно уверенно. Им нет необходимости крепко цепляться за его кожу. Нужно лишь не забредать в зону отрыва пограничного слоя и не проморгать момент, когда кит резко замедлит движение.



За столом

ВЕРШИНОЙ ВНИЗ

Источником жизни в океане, так же как и в других регионах Земли, является солнечная энергия. Различные районы океана получают ее в разных количествах. Если в тропиках в ясный солнечный день каждому квадратному сантиметру поверхности океана достается свыше 300 калорий (около половины энергии падает на видимый свет), то в полярных областях планеты в самое благоприятное время года величина доступной энергии в 2—3 раза меньше. Только 0,02 процента этой энергии используется для нужд фотосинтеза. Чтобы ее собрать, достаточно, чтобы 1 квадратный сантиметр поверхности получил в течение дня 0,06 калории. Однако зимой в полярных областях океана фотосинтез полностью прекращается. Фотохимические реакции не идут, если интенсивность светового потока падает ниже 0,18 калории на квадратный сантиметр в час.

Главная часть работы по синтезу органических веществ возложена в океане на мелкие и мельчайшие водоросли размером от 0,001 до 1,0 миллиметра. Большинство одноклеточных водорослей относится к диатомеям и перидинеям. Их в океане свыше 1400 видов. Несмотря на крохотные размеры, они в течение года синтезируют 500 миллиардов тонн органического веще-

ства. Продовольственное снабжение не случайно возложено на плечи таких крошек. Для поддержания высокого уровня фотосинтеза необходимо большое количество солнечной энергии, а для ее сбора большие светоприемники.

Наземные растения улавливают солнечные лучи с помощью листьев, представляющих собою тонкие пластины. Водоросли океана пошли путем миниатюризации. Чем меньше организм, тем больших величин достигает у него соотношение площади тела к объему. Для утилизации солнечных лучей оптимальными являются микроскопические размеры тела одноклеточных водорослей и их равномерное распределение в поверхностных слоях воды.

Некоторое количество органического вещества создают бактерии, живущие в верхних слоях океана и в донных осадках. Синтетические процессы в их теле протекают без участия солнечной энергии. Пока не удалось определить, какое количество органики они создают. Однако объем производимой ими продукции не идет ни в какое сравнение с продуктивностью водорослей.

Первичная продукция океана — 500 миллиардов тонн органики — это основание пищевой пирамиды океана. Водорослями питается большинство мелких растительноядных организмов. Общая биомасса «травоядных» организмов, то есть вторичная продукция океана, в 10 раз меньше первичной. Мелкими «травоядными» животными питаются в основном мелкие хищники, их, в свою очередь, поедают хищники второго порядка, а тех — хищники третьего порядка. Тут же по «склонам» пищевой пирамиды шастают редуценты, подхватывающие мертвое органическое вещество и минерализующие его, разрушающие до простых неорганических соединений. Гибель подданных Посейдона происходит на всех пищевых уровнях, ведь жизненный цикл некоторых малявок исчисляется часами!

На вершине пищевой пирамиды находятся крупные рыбы, моллюски, раки и млекопитающие, в том числе киты. Для каждого из них число звеньев в пищевой цепочке может оказаться чуть меньше или чуть больше. Усатые киты питаются мелкими массовыми видами хищных организмов, а кашалоты и касатки поедают крупных хищников. На каждой ступени пищевой пира-

миды органического вещества создается все меньше и меньше. Ведь путь преобразования энергии идет с громадными потерями.

Они начинаются уже в организме одноклеточных водорослей. Часть синтезированного органического вещества они тратят на собственные нужды в процессе обычного обмена веществ. На каждой последующей ступени пирамиды «накладные расходы» растут. Энергия расходуется на обычный обмен веществ, на поддержание нейтральной плавучести, очень много тратится на обеспечение двигательной активности, часть энергии преобразуется в тепло и рассеивается в окружающей среде... В целом пищевая пирамида океана выглядит низким приземистым сооружением, основание которого покоится у поверхности, а вершина направлена вниз.

ЖИЗНЬ ВПРОГОЛОДЬ

Легко ли жить в морской пучине? Там чудовищное гидростатическое давление, постоянно низкая температура, царит кромешный мрак, лишь изредка нарушаемый слабым светом, излучаемым здешними обитателями. Нет заметных течений, химический состав воды постоянен, и, что не менее важно, невозможен первичный синтез органических веществ.

Чем больше удален «дом» подданных Посейдона от зон образования первичного органического вещества, тем скуднее там пищевые ресурсы. Если исключить океанское дно и ближайшее к нему пространство, придется констатировать, что глубоководные обитатели, за исключением, пожалуй, самых крохотных, лишены удовольствия обедать ежедневно. На больших глубинах нет места, где пища находилась бы в изобилии. В толще воды скудные количества пищи распределены достаточно равномерно, поэтому спокойное ожидание, когда обед сам попадет тебе в рот, не менее результативно, чем «беготня» в поисках хлеба насущного. Энергичный поиск добычи здесь не оправдан, так как повышенная двигательная активность поглощает в 100 раз больше «топлива», чем его расходуется при полном покое.

Энергозатраты, связанные с повышенной двигательной активностью, в океанической бездне не компенсируются добытой пищей. Строжайший режим экономии,

определяющий уклад жизни здешних обитателей, заставляет их не делать лишних движений. В глубинах океана почти полностью отсутствуют активные хищники. Здесь живут засадники, умеющие затаиваться и нападать из засады. Полный мрак и отсутствие течений, способных разнести «запах» затаившегося охотника, создают вполне благоприятные условия для подобной практики. Это не означает, что обитатели глубин сохраняют полную неподвижность и прикованы к раз выбранной точке пространства. Если бы они совсем не перемещались, то были бы лишены удовольствия встречаться.

Крайне экономная жизнь обитателей глубин заставляет поддерживать низкий уровень обменных процессов. Ферменты, использующиеся в их организме, обладают незначительной эффективностью и не способны обеспечить интенсивный обмен веществ. Согласитесь, удобное приспособление, не позволяющее обитателям бездны, в одночасье израсходовав все свои ресурсы, оказаться полным банкротом. Ферменты с низкой активностью не позволяют делать вылазки к поверхности океана.

У жителей верхнего этажа высок уровень обменных процессов. Например, концентрация гликолитического фермента — лактатдегидрогеназы в мышцах любителя мелководий — аляскинского шипощека в два раза меньше, чем у его ближайшего родственника — глубоководного шипощека. Но это цветочки! Нередко активность ферментов обитателей глубин в тысячу раз ниже, чем у мелководных. Такие «вялые» существа у поверхности оказались бы неконкурентоспособными. Вот следствие жизни впроголодь. У обитателей тех немногих мест океанской бездны, где жизнь бурлит и пищи вдоволь, активность ферментов поддерживается на высоком уровне.

Не так сильно страдают ферменты тех рыб, которые регулярно посещают и мелководные и глубоководные районы. Возможно, они охотятся в более поверхностных, а значит, и в более богатых пищей горизонтах, а на послеобеденный сон отправляются ближе ко дну, где встреча с опасным хищником менее вероятна. Это не значит, что для таких рыб одинаково подходят все глубины. Например, черный долгохвост предпочитает жить в диапазоне глубин от 200 до 2000 метров, а его ближайший родственник, долгохвост вооруженный, любит

глубины от 2000 до 5000 метров. Активный образ жизни требует более эффективных ферментов, а способность облавливать более поверхностные области воды, видимо, дает возможность добывать достаточное количество пищи, чтобы поддерживать обмен веществ на более высоком уровне.

Режим экономии у глубоководных организмов проявляется буквально во всем. Ткани тела рыб водянисты, а скелеты облегчены. Это позволяет максимально приблизиться к нейтральной плавучести и почти не затрачивать энергии на то, чтобы оставаться на избранной глубине. Обычно мышцы рыб составляют 45—60 процентов веса их тел. Это соотношение характерно и для обитателей больших глубин. Зато содержание белков в их мышцах на 30—40 процентов меньше нормы. Значительно меньше белков и в других тканях.

Это еще один пример экономии. «Ремонт», обновление и поддержание в рабочем состоянии белковых структур требуют большого количества азотистых веществ и расхода значительной доли энергетических ресурсов. А то, что облегченные мышцы менее работоспособны, не страшно. Здешним обитателям не приходится бороться с сильными течениями, так что могучие мышцы не нужны. Только мозг глубоководных рыб ни по количеству белков, ни по активности ферментов, ни по уровню обменных процессов не уступает мозгу мелководных рыб. Причина расточительства понятна. Мозг — не тот орган, на котором стоит экономить.

ПОД ПРЕССОМ

Про обитателей глубин можно сказать, что они как бы попали под пресс чудовищной силы. Мы знаем, что они не превратились в крохотные комочки органического вещества лишь благодаря несжимаемости воды. Несмотря на гнет многокилометровой толщи, жизнь в океанской бездне не прекратилась, а это значит, что у тамошних обитателей идут ферментативные реакции и протекают различные биологические процессы, наконец, несмотря на давление, обитатели бездны должны двигаться. Согласитесь, возможность существования под прессом целого мира живых организмов удивляет.

До недавнего времени ученые не могли дать исчер-

пывающего ответа на вопрос, как под действием высокого давления изменяется ход биохимических процессов. Было известно лишь общее правило: если объем под воздействием изменившегося давления увеличивается, это приводит к замедлению темпа химических реакций. И наоборот, если при сохранении массы объем веществ уменьшается, скорость химических реакций возрастает. Нетрудно догадаться, что если изменение давления не отражается на объеме, скорость биохимических реакций остается прежней.

Казалось бы, описанные выше закономерности позволяют предсказать скорость биохимических процессов у обитателей бездны при любой глубине обитания. Увы, все значительно сложнее. Во внутриклеточных жидкостях большинство молекул органических веществ не просто перемешаны с молекулами воды, а заключены в водный «футляр» и как бы становятся центрами льдообразования. Молекулы воды укладываются на их поверхности в несколько слоев в строго упорядоченном виде. Оболочка не препятствует химическим реакциям, но при этом разрушается, а для молекул вновь образованных веществ создаются новые футляры, по форме и размеру точно им соответствующие.

При построении футляров молекулы воды очень точно «подгоняются» друг к другу и укладываются самым рациональным образом, а поэтому занимают несколько меньший объем, чем то же количество молекул, когда они «свалены в кучу». Поэтому создание большого числа «футляров» или их разрушение приводит к изменению объема внутриклеточных жидкостей и в конечном итоге к изменению объема клеток. Кроме того, в процессе обычного обмена образуются новые вещества, а они могут иметь несколько больший или, наоборот, несколько меньший объем, чем исходные продукты. Это еще одна причина для изменения объема клетки.

Объем внутриклеточных жидкостей особенно тесно связан с белками. Обычно боковые аминокислотные цепи белковых молекул закручены в тугой жгут и так плотно упакованы, что «выжимают» оттуда молекулы воды. В процессе происходящих с белками преобразований аминокислотные цепи становятся доступными для образования вокруг них водной оболочки, при этом меняется плотность упаковки белковых молекул, а сле-

довательно, и их объем и значительно увеличивается число молекул воды, участвующих в создании футляра. Сходные процессы происходят при формировании длинных полимерных цепей: места контактов стыкующихся блоков теряют водную оболочку, а освободившиеся молекулы воды поступают в общий клеточный фонд.

Незначительное изменение скорости ферментативных процессов не было бы для организма чревато неприятными последствиями, если бы одинаково сказывалось на всех биохимических реакциях и не вызывало бы дисбаланса. Однако может случиться, что создание сложных веществ происходит нормально, но синтез необходимых для этого блоков существенно отстает или блоков заготавливается гораздо больше, чем их удается использовать для создания других веществ. В результате внутриклеточное пространство может оказаться «замусоренным» различными веществами. Иными словами, синтез большинства веществ может оказаться нескореллированным с их разрушением или использованием.

Обычно при значительном увеличении гидростатического давления скорость многих биохимических процессов у обитателей мелководья снижается. Напротив, глубоководные рыбы совершенно нечувствительны к изменению давления или скорость реакций у них замедляется на очень незначительную величину. Например, активность весьма важного кофермента (NADH) *, участвующего в начальных этапах биологического окисления углеводов, жиров и белков, при повышении давления с 1 до 68 атмосфер немножко падает, но при дальнейшем увеличении давления до 500 атмосфер практически не меняется.

Постоянство скорости ферментативных реакций при жизни в самых необычных условиях является одним из важнейших приспособлений. Оно в первую очередь зависит от свойств самих ферментов. Подданные Посейдона, прежде чем начать освоение океанской преис-

---

* Коферменты — органические соединения небелковой природы, входящие в состав активного центра ферментов. Они могут отщепляться от молекулы фермента и выполнять роль переносчиков атомов или их групп, отделяемых ферментом от субстрата. Слово «кофермент» в переводе с латыни означает «вместе с ферментом».

подней, должны были обзавестись новыми ферментами. Например, лактатдегидрогеназа у уже упоминавшегося мелководного аляскинского шипощека, не забирающегося на глубины более 500 метров, от того же фермента длинноиглого шипощека, обитающего в зоне от 500 до 1500 метров, отличается всего одной аминокислотой: замена в молекуле фермента гистидина на аспарагин делает его нечувствительным к давлению. Если фермент нормально работает при давлениях от 50 до 100 атмосфер, то он будет хорошо справляться со своими функциями и при дальнейшем увеличении давления.

Безусловно, адаптация необходима всем ферментам, а не только участвующим в обычном обмене веществ. В первую очередь это касается мозговой деятельности. Например, фермента ацетилхолинэстеразы, которая должна оперативно разрушать выполнившие свою задачу молекулы медиатора ацетилхолина, предназначенного для передачи возбуждения от одной нервной клетки к другой. Претерпевает определенные изменения и большинство белков, что обеспечивает им возможность выполнять в организме морских животных, населяющих значительные глубины, все ранее предназначенные им функции.

Не только мелководные рыбы не в состоянии переселиться в глубокие районы океана, но и глубоководные неспособны жить на мелководье, хотя при подъеме к поверхности активность ферментов у них существенно не изменится. У глубоководных организмов ферменты изначально обладают более низкой активностью, чем у близких им жителей мелководья, и не смогут обеспечить необходимой здесь двигательной активности.

Низкая активность ферментов не может быть компенсирована увеличением их количества, так как форсирование выпуска белковых веществ потребовало бы поступления в организм дополнительных порций азотистых веществ и дополнительных затрат энергии на их синтез.

Чтобы понять интимные механизмы адаптации к высоким давлениям, необходимо разобраться в том, какие структурные изменения претерпели белки глубоководных животных. Об этом известно немного. Очевидно лишь, что все изменения в молекулах белков служат одной цели: по возможности свести на нет опасность

изменения внутриклеточного объема в процессе хода химических реакций, в которых они участвуют.

Давно замечено, что при повышеном давлении страдает синтез белков, нарушается их сборка из отдельных «строительных» блоков. Для мелководных животных это главное препятствие, не позволяющее приспособиться к жизни в более глубоководных районах. При высоком давлении естественный распад ферментов на отдельные «кирпичики» значительно превалирует над процессами сборки, что приводит к серьезному уменьшению их количества, и осуществлять ферментативные реакции становится некому. Когда побывавших под «прессом» рыб возвращают в условия привычного для них давления, ферменты восстанавливают свою активность. Видимо, они монтируются скоростными методами из обломков разрушенных молекул. Во всяком случае, в пробирке восстановление молекул ферментов, разломанных на части повышенным давлением, происходит путем самосборки.

Почему же ферменты глубоководных рыб не «крошатся» под прессом высокого давления? Оказывается, глубоководные рыбы чаще всего пользуются простыми монолитными белками, которые не распадаются на блоки. Прочные белки, способные выносить значительное давление, существуют даже у жителей мелководий. Например, белок мышечных волокон — актин. Без него сокращение мышц, а значит, и активное передвижение в пространстве было бы невозможным. Животные вынуждены пользоваться высокопрочными сократительными белками. Иначе даже кратковременный визит в бездну мог бы обернуться катастрофой.

Высокое давление способно воздействовать и на жироподобные вещества — липиды, входящие в состав всех клеток организма и выполняющие важную роль в биологических мембранах. Именно от них во многом зависит проницаемость клеточных оболочек. Для того чтобы липидная мембрана успешно выполняла свои функции, она должна находиться в «жидко-кристаллическом состоянии». Однако при понижении температуры или при повышении давления липиды твердеют. А так как на больших глубинах живые организмы встречаются с обоими этими факторами, их совместное действие усиливается. Чтобы предохранить липиды от затверде-

ния, у глубоководных рыб и ракообразных для построения клеточных оболочек используются полиненасыщенные липиды, которые «плавятся» уже при плюс 2 градусах и не твердеют даже при давлении, равном 150—200 атмосфер.

В числе сложных биохимических процессов, ход которых при повышенном давлении нарушается, необходимо упомянуть синтез информационной РНК, без чего невозможно использование генетического аппарата, а следовательно, и развитие половых клеток, их оплодотворение и последующее развитие эмбрионов. Иными словами, процесс размножения «под прессом» окажется неосуществимым. Вот почему, прежде чем переселиться в океанскую бездну, животные должны были произвести полную биохимическую реконструкцию своего организма. Судя по тому, что среди подданных Посейдона нашлось немало подобных животных, ничего необычного в этом нет: к чему только не приходилось приспосабливаться обитателям нашей планеты!

ИЛЛЮСТРАЦИЯ К ЗАКОНУ АКАДЕМИКА КРЕПСА

Говорят, что от сидячей жизни полнеешь. Устрицы, мидии и многие другие двустворчатые моллюски — домоседы. Расставаясь с детством, они подыскивают себе пристанище, где проводят всю остальную часть жизни, если, конечно, их не угораздит прикрепиться к корпусу судна. Но и тогда, путешествуя по свету, они не покидают занятой однажды «каюты» и, естественно, на хороших харчах и при сидячей жизни полнеют. При сокращении двигательной активности и тем более при переедании возрастает доля пищевых веществ, которые организм запасает впрок.

Обычно для удобства долгосрочного хранения углеводы и белки пищи перерабатываются в жир, который у позвоночных откладывается в подкожной клетчатке, брюшной полости и других местах, а у беспозвоночных чаще всего складируется в печени. Кроме жира, клетки организма запасают на текущие расходы крохотные количества полисахарида гликогена. Только в мышечных клетках и в печени его запасы бывают чуть-чуть более значительны. Необходимость иметь гликоген связана с тем, что жир не годится для экстренного исполь-

зования. Его трудно извлечь из жировых депо и сложно организовать транспортировку к местам потребления. В качестве основного энергоносителя используется гликоген. Он тоже не может переноситься кровью и не способен проходить сквозь клеточные мембраны, слишком крупны его молекулы, но зато легко разлагается до глюкозы, а этот простейший сахар, всегда присутствующий в крови, легко проникает в любые клетки. Когда работа каких-нибудь органов усиливается и на нее отбирается все больше глюкозы, в печени начинается разрушение гликогена, и в кровь поступают новые порции горючего.

И все же запасать выгоднее жир, так как из одного грамма жира высвобождается в два раза больше энергии, чем из того же количества гликогена. Таким образом, запасы жира компактнее, а главное, легче, чем гликогена.

Вторая причина, по которой создавать большие запасы резервного гликогена нецелесообразно, — специфические особенности его хранения. Для того чтобы он мог остаться в организме, необходимы значительные количества воды. В результате одинаковое количество химической энергии, запасенное в виде гликогена, в весовом отношении примерно в 10 раз превосходит запасы, сделанные в виде жира. Вот почему это могут себе позволить лишь моллюски и некоторые морские глубоководные животные, обитающие на дне океанов. Моллюскам, ведущим неподвижный образ жизни, значительное увеличение веса не приносит абсолютно никаких неудобств, и воды, необходимой для удержания в организме гликогена, вокруг сколько угодно. Вот, кстати сказать, почему моллюски способны очень быстро толстеть, точнее набирать вес.

Делать запасы гликогена выгодно всем донным животным. Жир легче воды, и, скапливаясь в организме в больших количествах, он резко снижает удельный вес животных и значительно увеличивает их плавучесть, то есть, попросту говоря, тянет их вверх, к поверхности. Жирным существам постоянно грозит перспектива оторваться от грунта и оказаться на поверхности воды. Борьба с этим бедствием требует от животных серьезных усилий или искусственного увеличения веса. При запасании гликогена подобных проблем не возникает.

Запасы гликогена в организме человека невелики, но способны сыграть с нами злую шутку, когда мы решаем «сесть» на диету, чтобы сбросить излишний вес. В первые же дни нового пищевого режима, получая недостаточное количество энергетических веществ, организм тратит все имеющиеся запасы гликогена и, естественно, выводит из организма много воды, использованной для его складирования и ставшей теперь ненужной. Поэтому в первые же дни разгрузочного режима человек заметно теряет в весе. Однако радость быстрого успеха оказывается преждевременной. В ближайшие же дни оперативные запасы гликогена восстанавливаются. При этом не только прекращается дальнейшее падение веса, но он частично или даже полностью восстанавливается за счет удержания в организме все той же воды.

У людей, склонных к полноте, использование собственных жировых запасов затруднено и замедлено, а превращение 1 грамма жира в гликоген вместо уменьшения веса приводит к его увеличению на 9 грамм за счет воды! Поэтому новая волна падения веса начинается не сразу и будет менее крутой и впечатляющей, чем первая. Нередко человек, не привыкший ограничивать себя в пище и тяжело переносящий сокращение ее калорийности, успевает «убедиться», что предписанная ему диета не способна дать ожидаемого эффекта, и возвращается к прежней жизни.

Химическая энергия, запасаемая в виде гликогена, дает преимущества организмам, постоянно сталкивающимся с недостатком кислорода. Дельфины и кашалоты способны подолгу находиться под водой. Моллюски и живущие в раковинах ракообразные при малейшей опасности сжимают створки своего дома и дышат за счет мизерного запаса кислорода, растворенного в оставшейся в раковине воде. Эти животные, ведущие прикрепленный образ жизни, нередко поселяются у поверхности воды. Во время отлива, а он может продолжаться более 10 часов, им приходится сидеть с накрепко закрытыми дверями.

Переносить кислородное голодание помогают запасы гликогена. Он способен расщепляться без помощи кислорода, высвобождая при этом часть заключенной в нем химической энергии. Гликоген дает возможность

некоторое время задерживать дыхание. Вот почему у морских животных, вынужденных много времени проводить под водой, его оперативные запасы значительны. Двухстворчатые моллюски, запасающие химическую энергию главным образом в виде гликогена, во время длительных пауз в поступлении кислорода существуют за счет анаэробного (бескислородного) способа высвобождения энергии и к концу отлива серьезно худеют, выводя из своего организма значительные количества воды, использованной при хранении этого углевода. Однако в короткие периоды прилива они возобновляют энергетические запасы, а заодно накапливают воду и быстро полнеют, восстанавливая свой первоначальный вес.

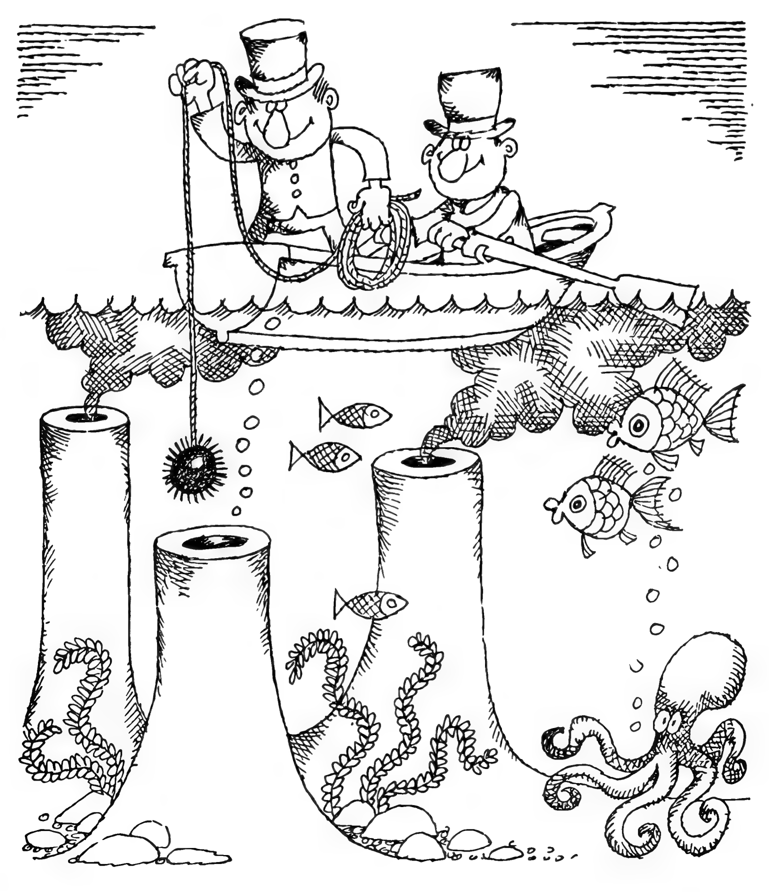
Академик Е. М. Крепс, много лет жизни посвятивший изучению эволюции физиологических функций и биохимических процессов, не уставал удивляться тому, что природа, найдя еще на ранних стадиях эволюции живых организмов удачное решение какой-нибудь проблемы, проносит затем свою находку через всю жизнь биосферы, используя ее у всех видов весьма не схожих между собою животных, появившихся на Земле много миллионов лет спустя после сделанного изобретения. Однако если изобретение, так долго служившее верой и правдой, вступает в противоречие с новыми условиями жизни, природа решительно от него отказывается и подыскивает новое решение, которое будет служить до тех пор, пока какие-то особые обстоятельства не заставят ее вернуться к старой проблеме. У природы огромное число патентов на весьма удачные изобретения, и, хотя она по своему характеру достаточно консервативна, когда нужда заставляет ее внести изменения в технологические процессы, которыми пользуются ее чада, она справляется с собственной инертностью и настойчиво ищет в своем патентном бюро что-нибудь подходящее на данный случай. А если поиски ни к чему не приведут, садится за кульман и приступает к работе над новым изобретением.

КУХНЯ САТАНЫ

Холод, вечный мрак и мертвая тишина, вот что представляют собою глубины океана. И чем дальше от поверхности океана, тем однообразнее и беднее там жизнь. Такими еще недавно представлялись океанологам пучи-

ны океана. Но в 1977 году произошло событие, поколебавшее это представление. Систематическое изучение морского дна близ Галапагосских островов обнаружило на глубинах порядка 2,5 километра выходы геотермальных вод и богатейший, а главное, необычный мир живых организмов.

Сначала открытие не вызвало сенсации: ученые давно свыклись с необычайностью животного мира Галапагосского архипелага. Однако когда такие же оазисы стали обнаруживать и в других районах океана, стало ясно, что ученые столкнулись с совершенно необычным миром.



Необычность оазисов начинается с самих скважин. Горячая вода вытекает здесь не из трещин на дне океана, а из высоких башен, и ее шлейфы в виде черных облаков тянутся по течению на десятки метров. За это их и окрестили «черными курильщиками». По внешнему виду трубы больше всего напоминают гигантские термитники африканских саванн. Советские океанологи встретились с ними в 1986 году в Тихом океане на дне Калифорнийского залива. А годом раньше экспедиция на судне «Академик Мстислав Келдыш» нашла гигантские башни «черных курильщиков» в районе Срединно-Атлантического хребта. Основания самых крупных из них достигали в диаметре 200 метров, а жерла находились на высоте 70 метров! Кроме дымящихся, экспедиция обнаружила трубы, давно переставшие куриться. Они, как потухшие вулканы, напоминают о бурных событиях, некогда происходивших в океанской бездне.

Вода, выбрасываемая «курильщиками», необычна. Ее температура достигает 350—360 градусов, в ней нет кислорода и нитратов, зато присутствует сероводород (точнее, анион HS^-), которому в морской воде быть не полагается. Выпадение серы и других веществ, возникающее при охлаждении воды, и придает ей черный цвет. «Черные курильщики» возникают, когда океанская вода просачивается сквозь дно и попадает в места разлома земной коры. Там она нагревается, изменяет свой химический состав, а выходя в конце концов на поверхность и охлаждаясь, отдает часть выносимых из глубин веществ, которые тут же осаждаются, образуя трубу.

Почему вокруг «черных курильщиков» возникают оазисы? Какие обеды готовят их обитателям на кухне у самого сатаны? Повышение температуры воды способно вызвать усиление обменных процессов, быстрый рост и интенсивное размножение, но совершенно очевидно, что одного этого совершенно недостаточно для бурного развития жизни. Термальные источники создают в зоне оазиса циркуляцию воды. Вытекающие из «труб» горячие струи поднимаются вверх, по пути подогревая окружающую воду, заставляя и ее подниматься к поверхности. Ей на смену в зону оазиса затягивается окружающая холодная вода. Таким образом в оазис по-

ступает во много раз больше свежей воды, оставляющей здесь часть принесенного с собою органического вещества, чем на соседние участки. Это серьезно увеличивает пищевые ресурсы оазисов.

Однако не эти дары Посейдона дают толчок к развитию жизни. Изучение химического состава тел тамошних обитателей показало, что не планктон служит здесь главным поставщиком пищевых веществ. Источником жизни в оазисах является сероводород. В процессе окисления иона HS^- высвобождается немало энергии, что дает возможность живым организмам запасать ее в виде молекул АТФ (аденозинтрифосфата).

Здесь следует сделать маленькое отступление в область биохимии. Жизнь всех без исключения организмов от бактерий до человека возможна лишь благодаря их умению запасать энергию в виде АТФ. Это соединение выполняет в клетках организма функцию аккумулятора энергетических ресурсов. Обычно для создания запасов АТФ используются пищевые вещества, а в конечном итоге фотосинтез и солнечная энергия. Подводные оазисы — почти единственное место на нашей планете, где живые существа не зависят от милости Солнца. Их отсутствие компенсирует сероводород, обеспечивая синтез АТФ, что позволяет множеству животных существовать в районах подводных оазисов.

Животные не способны сами утилизировать сероводород. Он для них ядовит, да и необходимых для этого ферментов они не имеют. Сульфиды — соли сероводородной кислоты используются только сульфидокисляющими бактериями. С помощью специальных ферментов они окисляют HS^-, а получаемую при этом энергию используют для синтеза из углекислого газа и нитратов более сложных органических веществ.

Бурно развивающиеся серные бактерии поселяются на любом твердом субстрате, покрывая скалы пленкой своих колоний, или просто живут в толще воды. Здесь ими питаются все фильтраторы, а со скал «слизывают» черви и моллюски. За счет бактериядных животных в оазисах существуют более крупные хищники: голотурии, колонии медуз, похожих на нежные одуванчики, и различные ракообразные. Более 20 совершенно новых видов животных уже обнаружили ученые в подводных оазисах.

Есть здесь даже особые рыбы. У «черных курильщиков» близ Галапагосских островов постоянно держатся около 20 видов макрурид и офидиид. Большинство из них не подплывает к «дымящим» вершинам труб. Видимо, там для них слишком жарко или не хватает кислорода. Только зоорциды свободно снуют в облаках черного «дыма» над вершинами труб да диплаканторомы то ныряют в самые жерла, то ненадолго выглядывают наружу.

Самые обычные обитатели оазисов — гигантские погонофоры, нитевидные существа длиною от 5 сантиметров до 1,5 метра, живущие в хитиновых трубках. Передний конец тела увенчан пучком щупалец. Они и дали название погонофор, то есть несущих бороду, всему типу животных. Слово «погон» в переводе с греческого означает «борода».

В числе необычных особенностей погонофор следует упомянуть любовь к холодной воде и к высоким давлениям. Хотя животные встречаются и на мелководье, но по всему чувствуется, что они созданы для больших глубин. Другая, поистине необычная особенность погонофор — отсутствие пищеварительной системы. Для животных, не являющихся паразитами, это чрезвычайно странно.

Загадку сумели разгадать совсем недавно. Оказалось, что погонофоры оазисов живут за счет растворенных в воде веществ, которые превращают в удобоваримое состояние миллиарды одомашненных тружеников — серных бактерий, работающих на «химкомбинате», который занимает все обширное помещение внутренней полости тела. HS^-, кислород, нитраты и углекислый газ всасываются из морской воды венчиком щупалец и с помощью кровеносной системы доставляются в цех «химкомбината» на переработку. Здесь за счет энергии, добываемой из сероводорода, вырабатываются необходимые погонофорам азотистые соединения и углевод малат.

Содружество погонофор и серных бактерий кажется фантастичным. Сероводород высокотоксичное вещество и мог бы отравить любое существо, но погонофоры для его доставки на «химкомбинат» изобрели специальное транспортное средство. Этот газ плохо растворяется как в морской воде, так и в крови. Если бы дело ограничи-

валось его диффузией из воды в кровь и последующим переносом к месту дислокации серных бактерий, «химкомбинат» постоянно бы лихорадило из-за отсутствия сырья. Свободный сероводород в крови гигантских погонофор находится в ничтожных количествах, а потому и не склонен переходить в ткани тела животного, и угроза отравления невелика. Основная масса молекул газа, как бревна на железнодорожной платформе, прочно закреплена в крови сульфидосвязывающим белком и в полной сохранности доставляется к месту назначения.

Белок, выполняющий роль транспортной платформы, обладает высоким сродством с сероводородом. Поэтому, как только молекула сероводорода перейдет из морской воды в кровь, она тотчас вступает в связь с молекулой транспортного белка, будет «схвачена» ею, окажется «погруженной» на транспортную платформу. Наличие транспортных специальных средств дает возможность транспортировать гораздо больше сероводорода, чем его могло бы раствориться в крови.

«Сырью» в крови погонофор гарантирована полная сохранность. Это очень важно! Кроме сероводорода, кровь транспортирует и кислород. Близкое соседство опасно. Сырье обладает повышенной горючестью, а при соседстве кислорода всегда возможно «самовозгорание». Сульфидосвязывающий белок обеспечивает противопожарную безопасность: связывая молекулы сероводорода, он не дает им вступать в какие-либо реакции. Организация транспортной системы безупречна. Неясным остается только вопрос, каким образом на «химкомбинате» происходит разгрузка сырья, как серные бактерии снимают молекулы сероводорода с транспортных платформ.

«Химкомбинаты» гигантских погонофор работают в обычных для больших глубин температурных условиях при +2—3 градусах. Серные бактерии, которыми богата вода оазисов, во всяком случае, некоторые из них, предпочитают более теплый климат. Их основная масса зарождается где-то на кухне у сатаны в глубине пористых вулканических отложений морского дна. Учитывая высокую температуру воды, выбрасываемой из жерл «черных курильщиков», это может показаться совершенно невероятным. Однако лабораторные эксперименты

убедили, что при температуре 250 градусов и давлении в 250 атмосфер бактерии чувствуют себя превосходно. Видимо, для них это зона температурного комфорта. В такой парилке они плодятся с невероятной скоростью и всего за несколько часов численно увеличиваются в 100 раз! Бактерии чувствуют себя вполне сносно даже при 300 градусах. Напомню, что сухая газетная бумага загорается уже при температуре +265. Такую жару бактерии могут переносить, лишь находясь в воде.

В соответствии с физическими законами при давлении в 250 атмосфер точка кипения воды оказывается значительно выше 100 градусов. Поэтому на кухне у дьявола она не кипит, не превращается в пар, а остается жидкой. Серные бактерии на нашей планете чемпионы по термоустойчивости и вполне достойны быть занесенными в книгу рекордов Гиннесса.

Погонофоры не одиноки. В оазисах обитает ряд животных, пользующихся помощью первичных продуцентов. Двустворчатые моллюски выделяют серным бактериям жилплощадь на территории жабр. Видимо, это позволяет уже здесь, в жабрах, очистить кровь от проникшего в нее из воды сероводорода и тем оградить себя от последствий его воздействия на организм. Химические цеха этих моллюсков невелики и вряд ли способны обеспечить «продовольствием» своих хозяев. Вероятно, это лишь «подсобное хозяйство», поставляющее деликатесные продукты к барскому столу или помогающие пережить перебои в продовольственном снабжении.

Источник процветания глубоководных оазисов — сероводород. Мощнейшие «курильщики», впервые обнаруженные в Атлантике советскими океанологами, не назовешь богатыми жизнью оазисами. Здесь отсутствуют заросли погонофор — гигантских вестиментифер, не бродят огромные крабы, не ползают по конусам стаи моллюсков. Стены подводных пиков дают приют лишь голубоватым актиниям и толпам серовато-белых невзрачных креветок. Ведь атлантические «курильщики» выбрасывают мало сероводорода. На кухне у сатаны сероводород не деликатес, а главное пищевое вещество, без которого здесь трудно добиться процветания.

Геотермальные ключи бьют не только на дне океана. Они встречаются на мелководье и просто на суше.

Внимание советских ученых привлекли источники горячих сернистых вод в бухтах Брохтом и Кратерная на островах Курильской гряды Семушир и Янкича. Они давно известны людям и всегда вызывали суеверный страх. На Янкиче, среди отвесных стен кратера уже приутихшего вулкана и ручьев сернистого кипятка, петляющих по желто-зеленой прибрежной луговине, над которой протянулись шлейфы раскаленных газов, местные жители — айны — некогда совершали жертвоприношения. А в бухте бурлит жизнь. Здесь живут и размножаются морские черви и голотурии, двустворчатые моллюски и рыбы, кишат всевозможные рачки, инфузории, микроскопические водоросли. Основой питания им служат продукты биосинтеза. А как же иначе, когда живешь под солнцем? Эта пища употребляется с гарниром из органических веществ, синтез которых оказался возможен за счет сероводорода. Все обитатели бухты, которым доступна такая мелочь, как серные бактерии, усиленно питаются ими, в свою очередь, становясь добычей более крупных животных.

Темпы хемосинтеза не зависят от климатических факторов среды. Зимой, когда дни на севере становятся короче, а тучи и туманы все чаще заслоняют бухту от солнца, доля хемосинтезированной пищи возрастает. Повышенная температура воды позволяет здешним обитателям поддерживать высокий уровень обмена веществ, быстрый рост и бурные темпы размножения, а два пути снабжения продуктами питания закладывают энергетическую основу всеобщего процветания.

Геотермальные воды — не единственный источник сероводорода. Наше безразличие к судьбам океана породило множество свалок на его дне, где сероводород образуется при разложении белковых веществ. Чаще всего его искусственные месторождения возникают в местах сброса сточных вод. Одно из таких мест расположено в Тихом океане у западных берегов Северной Америки. Сточными водами его снабжает Лос-Анджелес. Недавно зоологи обнаружили там своеобразных моллюсков из семейства солемий, живущих в удлиненно-овальных раковинах с фестонами на брюшном краю их дома, образованными из волокнистого рогового вещества конхиолина, которым снаружи бывают отделаны раковины моллюсков.

Вторая особенность океанских мусорщиков — большие перистые жабры. Они не только успешно выполняют дыхательную функцию в бедной кислородом среде, но и дают возможность разместить на своей обширной территории цеха «химкомбината», где трудятся все те же серные бактерии. Жабры служат единственными поставщиками продовольствия. Кишечник у солемий отсутствует, и другими видами пищи они воспользоваться не в состоянии.

У обитателей глубоководных оазисов, в том числе у рыб активность большинства ферментов высока. Обмен веществ у них протекает значительно интенсивнее, чем принято среди глубоководных животных. Это лишний раз подтверждает, что не кромешный мрак, не холод и даже не высокое давление, а лишь бедность глубоководных районов пищевыми ресурсами служит единственной причиной низкого уровня обменных процессов и соответствующего склада жизни его обитателей.

РОДНИЧКИ ЧИСТОЙ ВОДЫ

Вода не только важнейший, но, можно считать, основной компонент тела любого животного. Вполне естественно, что каждый организм должен быть обеспечен необходимым количеством воды с надлежащей концентрацией растворенных в ней ионов.

Казалось бы, морские организмы не должны страдать от нехватки воды. Действительно, у низкоорганизованных животных не возникает никаких проблем. Однако подавляющему большинству подданных Посейдона приходится всю жизнь бороться за воду с такой же настойчивостью, что и обитателям безводных пустынь. Дело в том, что морская вода по составу и концентрации растворенных в ней веществ существенно отличается от состава и концентрации веществ в организме животных.

Живя в солевом растворе, каким, по существу, является океан, трудно сохранить в неизменном виде состав и концентрацию веществ во внутренних средах организма. Между окружающей средой и телом животного, через его наружные покровы постоянно происходит взаимный обмен водой и растворенными в ней веществами. В соответствии с физическими законами различия в концентрации отдельных веществ должны быть ликвидиро-

ваны. Вполне естественно, что выравнивание концентраций происходит за счет изменений состава тел обитателей океана. Правда, многие животные способны свести к минимуму изменения во внутренней среде своего организма, но за это им приходится отчаянно бороться. Используются два способа, позволяющих обеспечить постоянство состава крови и внутриклеточных жидкостей организма. Одни животные стремятся по возможности уменьшить проницаемость наружных покровов, чтобы надежнее отгородиться от окружающей среды, другие стараются уменьшить силы, которые заставляют воду и различные вещества покидать организм или проникать в него извне.

В первом случае животные облачаются в «скафандры», изготовленные из веществ, не имеющих пор, сквозь которые могли бы просочиться молекулы воды и других веществ или их ионы. Чрезвычайно надежным скафандром пользуются рептилии. Роговые пластины и чешуйки, покрывающие их тело, практически непроницаемы для морской воды и растворенных в ней солей. Однако в доспехах есть прорехи, не позволяющие полностью отгородиться от окружающей среды. Через «забрало» и другие дыры скафандра все-таки происходит достаточно существенный обмен водой и солями.

О втором способе стоит поговорить более подробно. Вода и различные вещества способны мигрировать сквозь биологические мембраны без посторонней помощи, если в их концентрациях имеются существенные различия или разница в величине электрических потенциалов. Если наружные покровы тела проницаемы для растворенных в воде молекул, они будут постоянно проходить сквозь них то из окружающей среды внутрь организма, то наружу из организма. Естественно, что с той стороны преграды, где концентрация веществ выше, его молекулы чаще проходят сквозь мембрану, просто в силу того, что чаще с ней сталкиваются. Обратно, с противоположной стороны преграды, где концентрация этого вещества низка, тоже будет двигаться поток молекул, но менее мощный. Ведь их здесь меньше, они реже налетают на преграду, а значит, и возможностей для ее преодоления меньше. Процесс взаимного проникновения веществ через биологическую мембрану будет продолжаться до тех пор, пока их концентрация по обе стороны

преграды не выравняется и интенсивность встречных потоков молекул не станет равной.

Если по обе стороны преграды заряды разные по знаку или по величине, диффузия идет более целенаправленно. Здесь ионы кильватерной колонной устремляются к порам в мембране. Обычно движутся два встречных потока ионов, несущих разноименные заряды. Обмен ионами продолжится до тех пор, пока заряды не станут одноименными и не уравняются по величине.

Мембраны живых организмов обладают свойствами полупроницаемости, то есть они пропускают молекулы одних веществ и не пропускают других. Обычно мембрана бывает проницаема для мелких, электрически нейтральных молекул, не имеющих электрического заряда, и, конечно, для воды. Диффузией воды чаще все и ограничивается. Ее молекулы устремляются туда, где концентрация растворенных веществ более высока. Такие растворы как бы засасывают воду. Общая суммарная концентрация всех растворенных веществ (ее называют эффективной, или осмотической, концентрацией) независимо от того, какие там вещества растворены, придает раствору совершенно определенные свойства. Для жидкостей тела и воды природных водоемов это очень важный показатель. Он определяет пригодность воды для жизни в ней различных животных.

Осмотическое давление раствора соответствует тому внешнему давлению, которое нужно к нему приложить, чтобы, сжав его, полностью предотвратить поступление через полупроницаемую мембрану новых порций воды или другого растворителя.

Растения чаще других организмов пользуются повышением внутриклеточного давления, чтобы предотвратить дальнейшее проникновение воды в клетки.

Мембраны растительных клеток изготовлены из высокопрочного материала целлюлозы и способны выдержать высокую нагрузку. Благодаря их полупроницаемости состав веществ во внутриклеточных жидкостях достаточно устойчив, меняется лишь количество воды. А так как их оболочки не способны значительно растянуться, давление внутри клеток растет, пока не достигнет такой величины, которая окажется достаточной, чтобы предотвратить дальнейшее проникновение воды. Гидростатическое давление внутриклеточных растворов позволяет под-

держивать тургор* растительных тканей, благодаря чему они приобретают упругие свойства, их листья сохраняют свою форму, а стебли — вертикальное положение.

У животных оболочки клеток построены из эластичных, легко растяжимых материалов, поэтому тургора тканей не возникает, а если равновесие в величине осмотического давления нарушается, они начинают набухать. Живые нормально функционирующие клетки, не испытывающие недостатка в кислороде, способны предотвратить набухание. Процесс этот энергоемкий. Он осуществляется за счет интенсивной работы мембранного натриево-калиевого насоса, регулирующего концентрацию этих ионов внутри клетки и способного снижать внутриклеточное осмотическое давление.

Многие морские беспозвоночные способны стабилизировать количество находящейся в организме воды, меняя внутриклеточное осмотическое давление.

В отличие от ионов натрия, калия, кальция, магния, хлора и иных солей, растворенных в морской воде, количество которых в тканях организма не должно превышать какой-то определенной величины, количество аминокислот во внутриклеточной среде может без какого-либо вреда для организма изменяться в достаточно широких пределах. Если животное попадает в водную среду с более высокой осмотической концентрацией, чем внутриклеточные жидкости, в клетках происходит расщепление белков на аминокислоты. Увеличение концентрации аминокислот позволяет без вреда для клетки уравнять ее осмотическое давление с окружающей средой и предотвратить обезвоживание организма. Если возникнет противоположная ситуация и животное окажется в среде с низкой осмотической концентрацией, в клетках усиливается синтез белков, на что расходуется запас аминокислот. Уменьшение их концентрации приводит к падению осмотического давления, что позволяет избежать набухания тканей тела и сберечь во внутриклеточной среде необходимое количество ионов калия, натрия и других солей.

У большинства морских беспозвоночных животных осмотическая концентрация внутриклеточных жидкостей

* Слово «тургор» латинского происхождения. Оно означает «наполнение».

такая же, как в морской воде. Этим серьезно упрощается их жизнь. Однако солевой состав практически никогда не бывает точно таким же, как в окружающей среде, и о его сохранении приходится постоянно заботиться.

Вместе с пищей или через прорехи скафандра в организм всегда попадают нежелательные для животных вещества. От них приходится избавляться. Для этого предназначены органы выделения. Они должны удалять из организма все ненужное или вредное, но при этом ничто ценное не должно быть потеряно.

Регулировать состав своей внутренней среды умеют даже низкоорганизованные существа. У медуз концентрация сульфата удерживается на значительно более низком уровне, чем в морской воде. Сульфат — тяжелый ион. Удаляя его, медуза поддерживает свою плавучесть на необходимом уровне. Морские ежи и звезды не способны позаботиться о состоянии своей внутренней среды, поэтому могут жить лишь в морской воде со строго постоянной осмотической концентрацией и составом и гибнут, если они немного меняются.

Среди беспозвоночных к самым различным условиям существования лучших других, несомненно, умеют приспосабливаться ракообразные, что связано с непроницаемостью их хитинизированного панциря для воды и солей. Когда в организме возникают излишки того или другого, они умеют от них избавляться. Регулировать солевой состав жидкостей тела ракообразным помогают жабры. У морских ракообразных через жабры удаляются излишки солей, у живущих в опресненной воде жабры активно абсорбируют соли, препятствуя обессоливанию организма.

Многие крабы, раки-отшельники и другие ракообразные живут в прибрежной приливно-отливной зоне и подолгу бродят по обнаженным пляжам, а такие, как пальмовый вор, вообще переселились на сушу и, попав в море, могут утонуть. Их тела хорошо защищены от высыхания. Разгуливая по берегу, они почти не испаряют влаги и им не грозит перспектива значительного роста осмотической концентрации жидкостей тела.

Чемпион среди ракообразных по умению приспосабливаться — артемия, относящаяся к классу жаброногов. Этот удивительный крохотный рачок способен жить и размножаться в воде с соленостью от 20 промилле до

концентрированного рассола солеварен, где соль выпадает в осадок, и может без вреда для себя перенести кратковременное опреснение. У артемий высока способность к осморегуляции. В любом солевом растворе, более концентрированном, чем вода Балтийского моря, кровь этих животных сохраняет осмотическую концентрацию на более низком уровне. Так, при солености среды, равной 58 и 200 промилле, соленость крови артемии будет эквивалента 13 и 26. Борясь за существование, рачок даже из очень соленого раствора ежедневно абсорбирует воду со скоростью, равной 3 процентам веса тела в час, а излишки солей выделяет с фекалиями. Жабры отвечают лишь за поддержание нужной концентрации поваренной соли.

Морские позвоночные животные двояко относятся к повышенной солености окружающей среды. У миксин, пластиножаберных и кистеперых рыб внутриклеточная осмотическая концентрация поддерживается на том же уровне, что и в морской воде, или чуточку ее превышает, а у миног и костистых рыб она в три раза ниже, чем в океане. Миксины, обитающие только в морях, не способны регулировать ни осмотическую концентрацию, ни солевой состав внутриклеточной среды. У акул, скатов и кистеперых рыб осмотическая концентрация жидкостей тела всегда выше, чем океанской воды. Правда, концентрация солей такая же, как в человеческом теле. Высокая осмотическая концентрация поддерживается за счет органических веществ, главным образом мочевины, которой у них в сто раз больше, чем у млекопитающих, и отчасти за счет триметиламиноксида.

Мочевина — конечный продукт белкового обмена. Она ядовита, и млекопитающие стараются как можно быстрее избавиться от нее, удалив из организма вместе с мочой. Такое количество мочевины, как у акулы, у человека или собаки вызвало бы смертельное отравление, а этим рыбам она совершенно необходима. Если из организма акул и скатов удалить бóльшую часть мочевины, обменные процессы в тканях их тел разлаживаются. Они специально оберегают свой организм от потерь этого вещества. Мочевина, попавшая в мочу, возвращается обратно в кровь.

Происхождение в организме триметиламиноксида неизвестно. В принципе он является продуктом окисления

особого газа триметиламина, имеющего запах селедочного рассола и очень хорошо растворяющегося в воде. Это вещество встречается в мышцах, почках, печени и в мозгу животных и человека. Оно менее токсично, чем мочевина, но в организме позвоночных животных долго не задерживается. У человека только через почки ежедневно удаляется 37 миллиграммов триметиламина.

Кроме создания в клетках тела высокого осмотического давления, предотвращающего потерю воды, акулам и скатам пришлось позаботиться о солевом постоянстве внутренней среды. Так как концентрация натрия, основного солевого компонента их внутриклеточных жидкостей, должна быть в два раза ниже, чем в окружающей среде, акулам и скатам пришлось разработать способы выведения его излишков. В этом принимают участие несколько органов. Жабры позволяют освободиться от одной трети того количества натрия, которое сами же пропустили в организм. Примерно столько же выводится через почки. Они у акул никудышные и используются главным образом для удаления магния, фосфатов и сульфатов. Главным органом для выведения натрия служит особый орган — крохотная ректальная железа, проток которой открывается в прямую кишку. Железа секретирует жидкость, в которой концентрация натрия и хлора на 15—25 процентов выше, чем в воде океана. Благодаря повышенному внутриклеточному осмотическому давлению акулы и скаты понемножку сосут из океана молекулы воды, а пить соленую воду и загружать организм добавочными порциями солей им ни к чему.

Высокая соленость среды обитания постоянно угрожает костистым рыбам утечкой воды из их организма. Океан сосет из них воду, и они вынуждены систематически пить, чтобы своевременно возмещать возникающие потери. Однако это обрекает рыб на постоянную борьбу с солями, попадающими в их пищеварительный тракт вместе с водой. В этом не было бы большой беды, но их почки устроены весьма примитивно и не могут обеспечить очистку организма от натрия и хлора. Трудности с удалением солей столь велики, что океанические рыбы вынуждены экономить воду и стараются пить как можно меньше, чтобы не загружать организм солями. Види-

мо, они, как и обитатели пустынь, постоянно испытывают жажду.

Роль ведущих очистных сооружений у костистых рыб выполняют жабры. Здесь находятся особые клетки, названные хлоридными, так как внутри их находятся многочисленные пузырьки, содержащие хлориды. Кровь морских рыб по отношению к морской воде электроположительна, и разность потенциалов между ними значительна, порядка 20 микровольт. Так что на удаление из организма отрицательного иона хлора требуется затратить значительные усилия. Натрий, видимо, удаляется из организма пассивно, благодаря его положительному заряду. Он должен проникать в пузырьки хлоридных клеток, чтобы уравнять их электрический потенциал с электрическим зарядом протоплазмы, что позволяет избавляться от натрия, не затрачивая на это каких-либо усилий. Подсчитано, что натрия в компании с хлором удаляется через жабры в два раз больше, чем его проникает в организм через тот же орган в результате простой диффузии. В целом масштабы очищения организма от избытка натрия впечатляющие. Из организма морских коровок за один час удаляется половина всего натрия, находящегося в организме, а у каменных окуней — почти 60 процентов.

Почки морских костистых рыб выделяют мало мочи. У морских карпозубых рыб, камбал, а также у угрей в период их пребывания в океане мочеотделение не превышает 1—1,5 процента веса тела. Это примерно в два раза меньше, чем у человека. А у восьмилинейных морских вьюнов еще меньше, всего 0,34 процента. Но этого оказывается вполне достаточно, чтобы удалять магний, сульфаты, фосфаты и кальций, оперативно очищая от них организм. В моче больших удильщиков магний и сульфаты находятся в концентрации, в 100 раз превышающей их концентрацию в крови. В чуть менее концентрированном виде из их организма выводится кальций.

ОПРЕСНИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

По нескольку видов рептилий, птиц и млекопитающих или переселились полностью в океан или, как пингвины и альбатросы, так тесно связали с ним свою

судьбу, что будет небезынтересно посмотреть, как они решают проблемы водоснабжения.

Среди рептилий лучше всех приспособились к жизни в океане змеи. Имеется в виду не тот гигантский морской змей, о котором со слов бывалых людей так любят писать журналисты. Настоящие морские змеи карлики: 65—100 сантиметров, реже 1,5 — 2,5 метра длиной. Живут они в прибрежной зоне тропических морей и, подобно рыбам, образуют иногда огромные скопления.

В 1932 году в Малаккском проливе между Малайей и Суматрой была обнаружена лента из переплетенных между собою ярко-красных змеиных тел, шириной около трех метров и протяженностью свыше ста километров! По самым скромным подсчетам, на ее создание пошло не менее миллиона астроций — крупных, до 1,5 метра, морских змей. Трудно сказать, что заставило их собраться вместе. Скорее всего виновником был инстинкт размножения.

Морские змеи в тропической зоне явление обыденное. Рыбаки многочисленных островов Индийского океана всегда находят их в своих уловах. Случается, что сети приносят больше змей, чем рыбы. Обычно это не огорчает рыболовов, так как во многих странах их охотно едят в жареном или копченом виде, изготовляют колбасу, а шкурку используют на различные поделки.

Морские змеи встречаются только в Тихом океане и Индийском. Обогнуть с юга Африканский континент им мешает холодная вода. Для змей необходима температура 24 градуса. Уже при 20 они перестают есть и делаются вялыми, неподвижными.

Змеи сумели хорошо приспособиться к жизни в океане. В настоящее время известно 48 видов морских змей. Только половина из них сохраняет связь с сушей. Остальные не только никогда не выходят на берег, где они совершенно беспомощны, но даже никогда не опускаются на дно, не забираются в щели подводных скал или в заросли водяных растений, вообще не касаются телом твердых предметов. Вся их жизнь проходит в воде. Здесь они рождаются, здесь же, став взрослыми, производят потомство.

Для жизни в воде у них много приспособлений. У змей маленькая голова, гибкая тонкая шея и плоский хвост, иногда плоским бывает и все тело. Ноздри поме-

щаются на самом кончике носа и снабжены клапанами. Змея может дышать, не высовываясь из воды, лишь выставив наружу нос. Когда она ныряет, клапаны плотно закрываются. Если змея под водой не двигается, запаса кислорода ей может хватить на шесть часов.

Морские змеи получают его главным образом из воздуха с помощью одного, зато весьма длинного правого легкого. Это неудобно. Для жизни в подводном мире нужны бы жабры. Змеям их заменяет слизистая оболочка рта, богато снабженная кровеносными сосудами. Постоянно прополаскивая рот морской водой, змея извлекает из нее кислород.

У морских змей задняя часть тела по сравнению с крохотной головкой и тонкой шеей выглядит очень массивной. Это важное приспособление для жизни в воде. Их туловище является как бы корпусом судна, обеспечивая опору для стрелы подъемного крана: головы и шеи животного. Повиснув в толще воды и оставаясь неподвижной, змея может свободно ими манипулировать. Пресноводные ужи на это не способны. Их туловище такой опоры не создает. И еще одно приспособление для жизни в воде: способность плавать хвостом вперед и хватать добычу, оказывающуюся сзади.

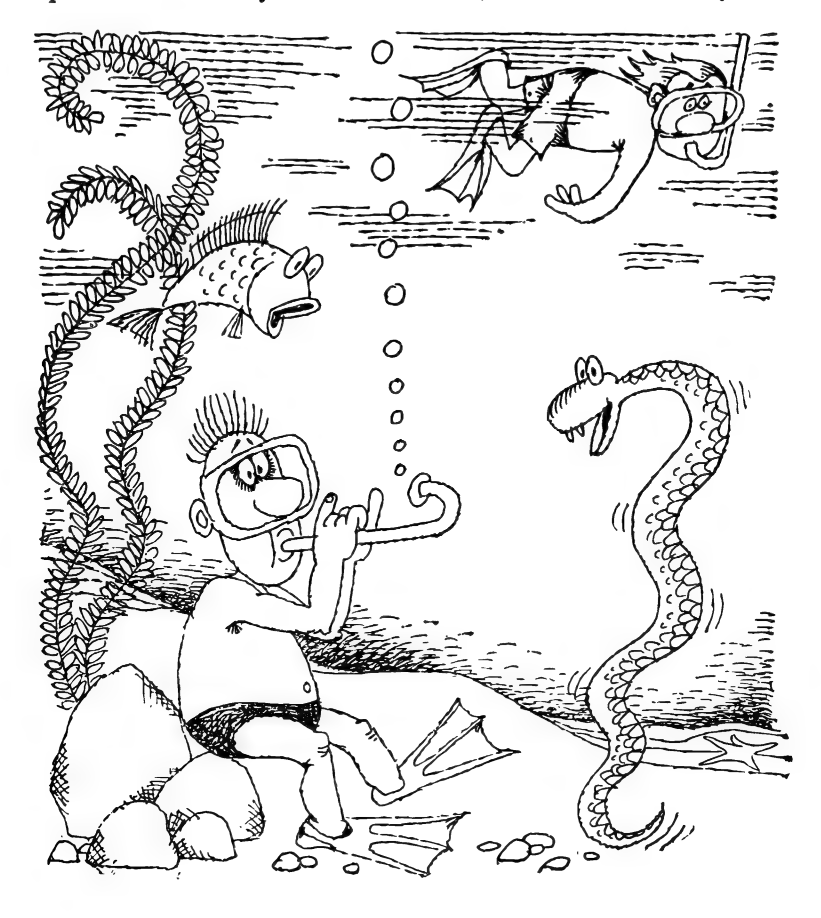
Морские змеи яиц не откладывают, а прямо в воде рожают живых, готовых к самостоятельной жизни детенышей. Яйца, развивающиеся в полости тела самки, имеют связь с телом матери и получают от нее дополнительное питание. Обычно в помете всего 1—2 змееныша, зато очень крупных, почти в полроста взрослой змеи. Через 6—9 месяцев молодая змея становится взрослой и сама приступает к размножению.

Морские змеи очень ядовиты, недаром они родственники кобры. Их яд во много раз сильнее, чем у самых опасных сухопутных змей. Дело в том, что рыбы, которые служат основной пищей морских змей, малочувствительны к ядам. На побережье Индии, где обитает особенно много морских змей, а население усиленно занимается рыболовством, в самом крохотном поселке можно услышать о рыбаках, погибших от змеиных укусов.

Яд нейротоксичен. Вскоре после укуса наступает слабость, расстраивается координация движений, возникают параличи, и, если не приняты необходимые меры, через 2—10 часов наступает смерть. Впрочем, несмотря

на свою многочисленность, морские змеи дают гораздо меньше жертв, чем их сухопутные собратья. Дело в том, что яда у них немного — 1—20 миллиграммов, зубы короткие, а рот небольшой. Обороняться от человека таким оружием трудно. В загрубевшей коже рабочих рук укус не бывает глубоким, а попавшая порция яда смертельной, и после нескольких укусов у человека вырабатывается иммунитет. Морские змеи не агрессивны, и рыбаки без особых предосторожностей извлекают их из сетей голыми руками.

Морские змеи охотятся из засады. При этом змея не прячется. Повиснув в толще воды, она нежится в лучах



тропического солнца. Рыбы сами плывут ей в «рот», привлеченные яркой окраской и введенные в заблуждение ее неподвижностью. Остается молниеносным броском хватать и отправлять добычу в желудок.

Излюбленная пища морских змей — угри, но охотятся они на любых рыб. Колючки не спасают их от хищника. Интересно, что потом эти колючки, проткнув желудок и тело змеи, выходят наружу прямо из кожи. Иногда неосторожный охотник при этом гибнет, но большинство зоологов склонны считать, что для змей это вполне нормальный способ освобождаться от острых предметов.

Морские змеи не способны упорно сопротивляться, и врагов у них много. Терроризируют их и паразиты. Морские уточки, своеобразные рачки, живущие в известковых домиках на плавающих и неподвижных предметах, особого вреда змее принести не могут, если, конечно, не залепят ей глаза. Тогда не исключена смерть от голода или от хищника, которого слепая рептилия заметить не может. Спасает очередная линька, если наступает не слишком поздно. Сбросив шкурку, змея разом освобождается и от своих мучителей.

Морские черепахи полностью с сушей не расстались: черепашата появляются на свет на берегу. В тесном пространстве собственного переносного «блиндажа» — внутри черепашьего панциря нет свободного места, где можно было бы устроить детскую для многочисленных чад. Поэтому самки раз в год выходят на берег в поисках потаенного местечка, чтобы снести и зарыть свои яйца. В отличие от них самцы сразу же после вылупления из яйца покидают родной пляж и на берег больше никогда не выходят.

Среди ящериц лишь галапагосские морские игуаны связали свою жизнь с океаном. Однако эпитет «морские» не совсем правилен, так как они живут на берегу, на безжизненных, покрытых лавовыми потоками береговых утесах, а в море спускаются ненадолго, лишь для того, чтобы набить желудок водорослями и только после того, как хорошенько прогреются под лучами тропического солнца. Проникать в царство Посейдона их заставляет отсутствие пищи, полная безжизненность скалистых островов, где они обитают. А полностью переселиться в океан помешала холодная вода Гумбольдтова

течения, омывающего Галапагосский архипелаг. Вот почему они перед каждым погружением вынуждены запасаться теплом.

В солоноватой воде устьев крупных рек, впадающих в Индийский океан, и в мангровых зарослях охотно селятся крупные гребнистые крокодилы, а на острове Новая Гвинея собственный эндемичный вид — новогвинейский крокодил. В морской воде крокодилы, видимо, долго существовать не могут. Однако, когда они поселяются на берегу океана, у них с водоснабжением должны возникать такие же трудности, как и у типично морских животных.

Птиц, связавших свою жизнь с океаном, слишком много, чтобы их здесь перечислить. Море представляет для них интерес главным образом как место, где можно добыть себе пропитание. Вся остальная жизнь проходит в воздухе или на берегу. Лишь немногие птицы вроде крупных пингвинов, альбатросов и буревестников в свободные от размножения периоды жизни предпочитают путешествовать. Буревестники так мало усилий затрачивают на парящий полет, что не нуждаются в частых привалах. Крупные альбатросы способны взлетать только с гребней волн, а во время полного штиля подняться с воды не могут. Поэтому длиннокрылые океанские странники бывают достаточно осмотрительны, когда собираются приводниться.

Млекопитающие подарили океану три отряда типично морских животных: ластоногих, сирен и китов, к которым относятся и дельфины. Из них только ластоногие не утратили связи с берегом, в крайнем случае со льдами, и в период размножения покидают воду. Сирены и киты в своем приспособлении к жизни в океане пошли еще дальше и научились рожать детенышей прямо в воде, не опасаясь, что малыши захлебнутся еще во время родов. К тому же их конечности настолько видоизменены, а частично даже утрачены, что на суше они совершенно беспомощны.

Еще один представитель отряда хищных млекопитающих — калан ведет полуводный образ жизни. Самки рожают детенышей на берегу, заранее выбрав потаенное местечко — какую-нибудь скалу или камень, прикрытый ворохом выброшенных волнами водорослей. За редким исключением на свет появляется только один де-

теныш. Устройство «детской» на берегу диктуется абсолютной необходимостью, так как малыш в первые недели жизни совершенно беспомощен. Мать ни на минуту не оставляет его одного. Спускаясь со скал, она волочит его в зубах, а в воде носит на груди, придерживая лапой или зубами, и в случае опасности ныряет вместе с ним. Новорожденные ни плавать, ни тем более нырять не умеют. Когда каланенок подрастет, звери плавают в воде в вертикальной позе: впереди детеныш, сзади мать, которая буксирует свое чадо «методом толкания».

Все высшие позвоночные, приспосабливаясь к жизни в океане, вынуждены были решать вопросы водоснабжения и солевого обмена. Морская вода, которую им приходится пить, во время еды проникает в их желудочно-кишечный тракт, хотя, прежде чем проглотить, пищу стараются хорошенько отжать. С пищей в их организм попадает много солей, так как морские беспозвоночные и водоросли находятся в осмотическом равновесии с морской водой. Этой пищей питаются даже исполины. В их числе крупный тюлень-крабоед. Его меню составляют отнюдь не крабы, а мелкие планктоновые ракообразные, так называемый криль.

Моржи — большие любители двустворчатых моллюсков и прочей донной мелочи. Наконец, морские левиафаны — голубые и прочие беззубые киты утоляют голод планктонными организмами, чаще всего все тем же крилем. Гораздо легче живется хищникам, питающимся рыбой. В ее теле в три раза меньше солей, чем в океанской воде, и рыбоядные существа не испытывают чрезмерных трудностей с водоснабжением.

Переселившись в царство Посейдона, высшие млекопитающие обзавелись мощными опреснителями. Опресняется отнюдь не вода, поступающая в их желудок, а кровь. Это вынуждает животных пользоваться высокопроизводительными опреснительными установками. Кровь должна оперативно освобождаться от попадающих в нее солей, иначе их концентрация в тканевых жидкостях превысит допустимый уровень и вызовет необратимые изменения в организме.

Высшие позвоночные создали опреснители двух типов. Рептилии и птицы приобрели совершенно оригинальную установку, ранее никем из животных не употреблявшуюся. Она быстродействующая и включается

в работу по мере надобности в ответ на солевую нагрузку. Опреснитель получил название солевой железы. Местоположение очистных сооружений не совсем традиционно. Мы привыкли, что у высших животных командный пункт организма и все важнейшие органы чувств сосредоточены на голове животного, а все «грязные» цеха и грязевые стоки отнесены на задний конец туловища животного. Солевая железа — исключение. Она всегда располагается на голове, где-то в районе носа.

Солевые железы вырабатывают жидкость с высоким содержанием ионов натрия и хлора. В выделениях змеи морской пеламиды концентрация натрия на 30 процентов выше, чем в морской воде, у морских черепах ридлей — на 60, а концентрация калия в три раза выше, чем в океане. Секрет солевых желез может содержать натрий в концентрации, в 190 раз превышающей его количество в крови, а его секреция способна осуществляться со скоростью 0,19 кубического сантиметра в час.

Солевые железы птиц находятся над каждым глазом в специальном углублении черепных костей. У наземных птиц, имеющих постоянный доступ к пресной воде, они совсем маленькие, зато у морских, вынужденных пить соленую воду, железы развиты хорошо. Солевые железы своеобразно устроены. Мембраны секреторных клеток собраны в глубокие складки, направленные от основания клеток к их вершинам. В результате образуются узкие каналы, как бы проходящие через всю клетку. Тут же находится масса тонких митохондрий, энергетических агрегатов, обеспечивающих процесс секреции необходимой энергией.

Состав выделяемой солевыми железами жидкости строго постоянен и не зависит от количества поступивших в организм солей. Меняется лишь ее общее количество, так как железа или совсем бездействует, или выделяет секрет с высокой концентрацией натрия. Как только кровь очистится от солей, железа прекращает работу. Никаких органических веществ она не выделяет, только электролиты, причем калия в среднем в 30 раз меньше, чем натрия.

Птицы, питающиеся морскими беспозвоночными, продуцируют более концентрированный секрет, чем рыбояд-

ные. В выделениях солевой железы серебристой чайки натрия в полтора, а калия в два с половиной раза больше, чем в морской воде. Темп секреции — 0,6 кубического сантиметра жидкости в минуту на 1 грамм железы.

У морских змей протоки желез открываются в полость рта, и змеям приходится систематически «выплевывать» соленую жидкость. У птиц секрет солевых желез сливается в полость носа и, вытекая из носовых отверстий, повисает на кончике клюва в виде крупных прозрачных капель, которые птица время от времени стряхивает. Когда секрета вырабатывается слишком много, птицы чихают, широко разбрызгивая скапливающуюся в полости носа жидкость. Если морскую птицу накормить очень соленым кормом, через 10—12 минут из ее носа начинает капать. Такое впечатление, будто у нее сильный насморк.

У черепах, сухопутных змей, ящериц и крокодилов проток солевой железы открывается в угол глаза. Давно уже замечено, что крокодилы умеют плакать крупными прозрачными слезами. Съев очередную жертву, хищник «оплакивает» ее. Отсюда возникло крылатое выражение «крокодиловы слезы» как символ высшего лицемерия. И только в наши дни стала ясна их причина: так организм рептилий освобождается от излишка солей, поступивших с водой и пищей.

Умеют плакать и черепахи. Выкопав ночью на уединенном пляже ямку, морские черепахи начинают откладывать туда яйца, а из их глаз скатываются слезинки. Это начинает давать о себе знать потеря влаги за счет усиленного испарения воды у непривычных к сухопутным прогулкам рептилий и повышение концентрации солей в крови.

Возвращаясь обратно в море, черепахи продолжают ронять на сухой песок крупные соленые слезы. Грустят ли они, расставаясь с родными местами? Оплакивают ли брошенное на произвол судьбы потомство? Нет, конечно. Просто их солевые железы заняты своей обычной работой. Морские черепахи — большие плаксы, но разве в воде заметишь слезы?

У морских млекопитающих роль опреснителей взяли на себя почки. В отличие от человека и большинства млекопитающих почки ластоногих, сирен и китообраз-

ных способны выделять соли в более концентрированном виде, чем в океанской воде. Например, количество хлора в моче кита в полтора раза больше, чем в морской воде. Способность почек концентрировать соли такова, что кит, выпив литр морской воды, может избавиться от всех находившихся в ней солей, сконцентрировав их в 650 кубических сантиметрах мочи. В результате в его организме останется 350 кубических сантиметров пресной воды, пригодной на все случаи жизни.

Почки человека с такой работой не справятся. Человеку, выпившему один литр морской воды, чтобы удалить из организма все внесенные с нею соли, потребуется 1 литр 350 кубических сантиметров мочи. Таким образом, человек не может утолить жажду морской водой. Ее использование приведет лишь к обезвоживанию организма.

Зоологи не знают, пьют ли киты или довольствуются той водой, которая содержится в их пище, в теле рыб, моллюсков или ракообразных. Американские ученые 45 дней содержали калифорнийских морских львов вне бассейна, кормили одной рыбой, а воды не давали вовсе, но этот суровый режим никак не сказывался ни на аппетите, ни на настроении животных. Такое же состояние сохранялось у морских львов, если вместо рыбы они получали кальмаров, а ведь в теле морских моллюсков солей значительно больше, чем в тканях рыб.

У самок млекопитающих в период лактации и выкармливания потомства молоком потребность в воде резко возрастает. К морским млекопитающим это не относится. В их молоке мало воды. Например, молоко тюленя Уэдделла в самый разгар периода лактации содержит 58 процентов жира, 20 — белков и только 27 — воды.

Итак, животные блестяще справились с освоением Мирового океана. Здесь в достаточно концентрированном растворе солей, вполне пригодном для засолки огурцов, возникло удивительное по разнообразию и богатству сообщество живых организмов. Освоение океана — впечатляющий пример способности всего живого приспосабливаться к самым необычным условиям существования.

ГЛОТОК КИСЛОРОДА

Все живые существа нуждаются в пище. Она необходимый источник энергии для поддержания всех функций организма, а также как материал для построения и обновления клеточных структур. Главным способом получения энергии является окисление пищевых веществ, а для окисления, как известно, требуется кислород. Мы познакомились с тем, как распределены в океане пищевые ресурсы. Теперь настало время рассказать, где подданные Посейдона берут необходимый им кислород, как он попадает в океанские глубины.

Все газы способны растворяться в воде. В воду природных водоемов они попадают из атмосферы Земли. Их растворимость зависит от многих причин. Среди важнейших — доля данного газа в исходной газовой среде или, точнее, его парциальное давление*. Больше всего в ней азота, 78,09 процента. На втором месте кислород — 20,95. Остальные газы находятся в мизерных количествах. Инертных газов всех скопом 0,93, причем львиная доля падает на аргон, а углекислого газа всего 0,03 процента. Принято говорить, что растворенный в воде газ находится под тем же парциальным давлением, которое он создавал в соприкасающейся с ней атмосфере. Это объясняет, почему в воде океанов больше всего азота и меньше всего углекислого газа, а кислорода примерно в 4 раза меньше, чем азота.

Для растворимости важнейшее значение имеют свойства самого газа. При 15 градусах и давлении, равном 1 атмосфере, в 1 литре воды может раствориться следующее количество газов:

азота — 16,9,
кислорода — 34,1,
углекислого газа — 1019,0 миллилитра.

Таким образом, среди атмосферных газов лучше всего в воде растворяется углекислый газ.

Количество газов, растворенных в воде, зависит от их давления и температуры. Мы говорили о растворимости газов при атмосферном давлении, обычном на уровне моря. Если его увеличить вдвое, удвоится и со-

* Парциальным называют давление газа, входящего в состав газовой смеси, которое создавалось бы им при той же температуре, заполняй он один весь объем, занимаемый смесью газов.

держание газов в воде. Повышение температуры дает противоположный эффект. В отличие от твердых тел растворимость газов по мере нагревания воды существенно снижается.

Наличие в воде того или иного газа никак не отражается на растворимости других. Иное дело — прочие вещества. Присутствие в морской воде значительного количества солей примерно на 20 процентов снижает ее способность растворять газы. Теперь посмотрим, сколько кислорода способно раствориться в воде в наших обычных земных условиях. Напомним, что эта величина пропорциональна его парциальному давлению, то есть в 5 раз меньше, чем могло бы раствориться, если бы атмосфера Земли состояла из одного кислорода. Вот почему при 15 градусах в 1 литре воды пресноводных водоемов будет растворено не 34, а только 7 миллилитров кислорода. Итак, в 1 литре воды в природных водоемах Земли может раствориться следующее количество миллилитров кислорода:

При температуре	В пресной воде	В морской воде
0 градусов	10,29	7,97
10	8,02	6,35
15	7,22	5,79
20	6,57	5,31
30	5,57	4,46

Днем, при ясном небе, когда планктонные растения в процессе фотосинтеза выделяют много кислорода, его содержание в воде может оказаться чуть выше. Зато ночью, если в воде много живности, растворение, а главное, проникновение кислорода в глубину может не поспевать за расходом, и его реальное содержание окажется ниже расчетного.

Главный механизм распределения растворенных в воде газов — диффузия, то есть растекание вещества из места его сосредоточения во все стороны пространства. Сущность диффузии состоит в том, что молекулы любого вещества, если их концентрация велика, стре-

мятся проникнуть туда, где их мало. Диффузия продолжается до тех пор, пока концентрация молекул этого вещества не станет везде одинаковой. Диффузия газов как в воде, так и в цитоплазме живых клеток, а также в межтканевых жидкостях происходит без специальных затрат энергии. Для распространения газов тонкие оболочки клеток и даже тонкие наружные покровы тела животных не являются серьезным препятствием. Газы легко проникают через эти преграды. Второй механизм распространения газов в жидкостях — перемещение самого растворителя, в том числе океанские течения и циркуляция крови.

Диффузия происходит с определенной скоростью, которая зависит от свойств растворителя и от характера молекул диффундирующего вещества. Чем они тяжелее, тем медленнее диффундируют. Молекула кислорода, состоящая из двух атомов (именно в виде двухатомных молекул кислород находится в земной атмосфере), значительно легче молекулы углекислого газа, а их диффузия осуществляется скорее.

Мелкие примитивные животные не имеют специальных органов для извлечения кислорода из воды и кровеносной системы для доставки его в различные уголки своего тела. Они довольствуются тем количеством газа, которое в силу простой диффузии проникает в их организм и равномерно по нему распространяется. Возможность обеспечить кислородом все «уголки» организма лимитируется длиной пути, который должен пройти газ. Для того чтобы путем диффузии обеспечить организм кислородом, его концентрация у наружной поверхности живого существа должна быть достаточно велика, а само животное иметь небольшие размеры. В противном случае кислород в глубь организма не поступит, так как он еще в пути будет полностью израсходован.

Можно высчитать размер организма, при котором он может существовать в природных водоемах, не имея специальных органов для извлечения кислорода. Обычно животные потребляют на 1 грамм веса тела 0,001 миллилитра кислорода в минуту, поэтому при шарообразной форме тела его диаметр не должен быть больше 2 миллиметров, а у существ с иной конфигурацией максимальное удаление от поверхности глубоких частей не должно превышать 1 миллиметра. Тогда они смогут

жить в воде, где парциальное давление кислорода составляет 0,15 атмосферы.

С повышением температуры воды диффузия газов ускоряется, однако одновременно уменьшается их растворимость и резко вырастает потребление кислорода живыми организмами. Поэтому конечный эффект повышения температуры имеет неблагоприятные последствия. Неудивительно, что в тропиках, где температура воды у поверхности никогда не опускается ниже 20 градусов, часто встречаются бедные жизнью районы.

Диффузия полностью обеспечивает потребности в кислороде одноклеточных животных, губок, кишечно-



полостных, многих видов коловраток, плоских и круглых червей, некоторых мшанок и кольчатых червей. Кое-кто из них, например, медузы и губки, имеет весьма внушительные размеры, но умудряется довольствоваться теми крохами кислорода, которые поставляет простая диффузия. В студенистом теле медузы содержится менее одного процента органических веществ. Поэтому потребности в кислороде мизерны, в пути он расходуется экономно и добирается до самых глубинных районов тела медузы. Еще проще обстоит дело у губок. Их тело пронизано многочисленными каналами и порами, через которые прогоняется вода, доставляющая кислород и частички органического вещества. Остальные многоклеточные животные транспортируют кислород с помощью межтканевых жидкостей или с кровью.

Для извлечения кислорода животные пользуются двумя типами органов. В царстве Посейдона в моде жабры, то есть выросты тела различной формы и строения. Жабры могут торчать снаружи. Чаще всего так обстоит дело у ракообразных. Благодаря оболочке, в состав которой входит весьма прочное вещество хитин, они отчасти застрахованы от повреждений. Хитин не препятствует проникновению в организм кислорода. В нем диффузия газов протекает легче, чем в большинстве других тканей организма.

Жабры высших ракообразных и рыб расположены в специальных жаберных полостях. Это мера предосторожности. У двухстворчатых моллюсков и других существ, имеющих раковину, они спрятаны во внутренних помещениях дома, что гарантирует сохранность жабр, зато требует создания специального механизма, обеспечивающего оперативную смену воды в жаберных полостях. Животные, не имеющие насосных систем, должны двигать жабрами, даже когда они торчат наружу. Если извлекать кислород из совершенно неподвижной воды, то в ближайших ее слоях он вскоре будет полностью исчерпан.

Движения жабр характерны главным образом для мелких организмов. Для крупных такой способ не годится, так как требует, чтобы жабры обладали достаточной прочностью и могли преодолевать сопротивление воды. В противном случае они будут гнуться и скручиваться, а усиливать их механическую прочность

нецелесообразно. Большие и тяжелые жабры оказались бы энергетически невыгодными. Двигать жабрами умеют жаброногие ракообразные. У них на ножках сидит по нескольку лопастей. Одни обеспечивают перемещение животного, другие — дыхание, остальные гонят воду, из которой извлекается пища и кислород.

Гораздо проще организовать движение воды над жаберными поверхностями, находящимися в специальных полостях. Для этого годятся даже реснички. Их используют двустворчатые моллюски. У рыб и крабов работают настоящие насосы. Их единственное предназначение — обслуживать дыхание. Головоногие моллюски приспособили для этой цели водометный двигатель. Когда вода засасывается в мантийную полость, из нее активно отбирается кислород, а выброс воды обеспечивает передвижение животного.

У рыб фактически два насоса: ротовая и жаберная полости, снабженные соответствующими клапанами. Жаберная полость — это пространство между жабрами и жаберными крышками. Благодаря совместному действию двух насосов ток воды через жабры происходит почти непрерывно: первый насос повышает давление, проталкивая воду в жаберную полость, а второй снижает его, засасывая воду туда же.

Энергетически выгоднее медленно перемещать воду над большой дыхательной поверхностью, чем быстро над малой. Относительная площадь жабр (величина их площади, соотнесенная с весом тела животного) гораздо больше у активных рыб, таких, как тунец и макрель, чем у медлительных, вроде иглобрюха и рыбы-жабы. Среди костистых рыб, пользующихся насосами, наибольшее количество воды сквозь жабры пропускают белокровные антарктические рыбы.

Самые активные рыбы обходятся вовсе без насосов. У них «таранная» вентиляция. Тунцы носятся в подводном царстве с открытым ртом, благодаря чему попадающая в ротовую полость вода сама проталкивается сквозь жабры. Мелкие рыбы, имеющие насосы, прибегают к таранной вентиляции, если скорость их движения становится выше 0,5—1 метра в секунду. При таранной вентиляции количество воды, проходящей сквозь жабры, регулируется степенью открытия рта.

Высшие ракообразные держат свои жабры в закры-

тых помещениях. У американского голубого краба, постоянного обитателя воды, ведущего к тому же активный образ жизни, их размеры гораздо больше, чем у манящего краба, во время отлива предпочитающего разгуливать по пляжу и пользующегося для дыхания воздухом, где кислорода значительно больше, чем в море. Еще меньше поверхность жабр у крабов-привидений, полностью переселившихся на сушу. У них в жаберную полость выступают обнаженные сосудистые пучки, сильно упрощающие процесс поступления кислорода в кровь.

В океане существуют рыбы, не способные вентилировать собственные жаберные полости и вынужденные обращаться за помощью к другим существам. Прилипалы-реморы странствуют по океану, устроившись в жаберных полостях акул и скатов, используя своих хозяев как транспортное средство и как насос, поставляющий им свежую воду. Долго обходиться своими силами реморы не могут. Лишенные помощи хозяев, они тяжело дышат, совершая до 250 дыхательных движений в минуту, и могут довести себя до полного истощения.

Полному насыщению крови кислородом способствует система противотока жабр. Суть ее заключается в том, что если вода, орошающая жабры, течет в промежутках между жаберными лепестками, слева направо, то кровь движется по сосудам, расположенным внутри лепестков, навстречу воде, то есть справа налево. Поэтому свежие порции воды, подходящие к дыхательным поверхностям, сталкиваются с кровью, заканчивающей свой путь по жабрам и уже достаточно обогащенной кислородом. Только совершенно свежая вода способна добавить в такую кровь еще немножко кислорода. А когда, пройдя сквозь жабры и по дороге отдав почти весь кислород, она встретится там с венозной кровью, в нее легко диффундируют его последние остатки. Это позволяет рыбам извлекать из воды 80—90 процентов содержащегося в ней кислорода. Ракообразные высокими показателями похвастаться не могут. Европейские береговые крабы поглощают всего 23 процента кислорода из протекающей через жабры воды.

Жабры, если о них не заботиться, могут замусориться. Чтобы этого не произошло, высшие раки регулярно

на короткий срок меняют в жаберных полостях направление движения воды. Одни делают это раз в минуту, другие каждые 10 минут или еще реже. Со стороны может показаться, что краб закашлялся. «Циклы очистки» зоологи так и называют кашлем. При подобных процедурах твердые частицы, подхваченные сильным обратным током воды, выбрасываются из жаберных полостей. Рыбы в аналогичной ситуации, не открывая рта, расширяют ротовую полость, резко снижая в ней давление. При этом изменяется направление движения воды, и грязь с жаберных лепестков удаляется. Двухстворчатые моллюски резко захлопывают створки раковин, очищая от мусора мантийную полость, где находятся жабры.

Легкие у подданных Посейдона не пользуются популярностью. Так называют органы, имеющие вид углубления или впячивания внутрь тела и рабочую поверхность на внутренних стенках полости. Чаще всего она имеет очень сложную конфигурацию, образуя бесчисленное множество альвеол. Неправильно думать, что легкие предназначены для извлечения кислорода лишь из воздуха, хотя чаще всего именно этим они и занимаются.

Голотурии пользуются легкими, представляющими собою пару длинных разветвленных каналов, лежащих справа и слева от клоаки. От нее они и берут начало, а своими слепыми концами почти дотягиваются до переднего полюса тела. Из правого кислород поступает в полостную жидкость и разносится по всему телу. Левое легкое покрыто густой сетью кровеносных сосудов, и добытый с его помощью кислород разносится током крови.

Благодаря слаженной деятельности мышц легкие голотурий то заполняются водою, то опорожняются. К сожалению, вязкость воды значительно выше, чем воздуха, поэтому заполнение всех закоулков легких водой и последующее освобождение от нее требуют значительных энергетических затрат. Это серьезно снижает эффективность работы легких. Вот почему подданные Посейдона отдают предпочтение жабрам.

Морские млекопитающие — сирены, тюлени и киты пользуются воздушными легкими. Извлекать кислород непосредственно из воды они не могут, тем не менее совершают в царство Посейдона продолжительные экскурсии. Хочу заверить читателя, что добиться этого было

нелегко. Сравните способности человека, позволяющие ему находиться под водой от силы 2,5 минуты, с достижениями морских млекопитающих. Продолжительность подводных прогулок, то есть время от одного всплытия до другого, у обыкновенного тюленя достигает 15, у кита-полосатика — 30 минут, у кашалота — 1,5 часа, а у кита-бутылконоса — 2 часов. Продолжительные погружения возможны благодаря тому, что эти животные умеют делать значительные запасы кислорода, научились его экономить и даже способны некоторое время обходиться совсем без него.

У морских млекопитающих большие легкие, и они умеют ими пользоваться. Если человек при обычном дыхании заполняет воздухом около 20 процентов объема легких, то дельфины используют 80. Это не значит, что, ныряя, они стараются унести с собой как можно больше воздуха. Напротив, некоторые киты, обыкновенные тюлени, морские слоны и тюлени Уэдделла, собираясь нырять, освобождают легкие. Запасать воздух невыгодно, в нем всего 20 процентов кислорода, остальные газы животным не нужны и могут только затруднить погружение.

Морские млекопитающие запасают чистый кислород и хранят его в химически связанном виде, используя для этого особый консервант. Когда возникла необходимость в создании транспортной системы, способной взять на себя доставку кислорода, энергетических и строительных материалов, а также других веществ, необходимых для жизнедеятельности организма, выяснилось, что без него или, точнее, без газовых баллонов не обойтись, так как в 1 миллилитре кровяной плазмы или межтканевой жидкости, которая у примитивных животных заменяет кровь, может раствориться всего 0,003 миллилитра кислорода. Представляете, сколько потребовалось бы крови, какой толщины должны быть кровеносные сосуды и какая мощность необходима сердцу, чтобы обеспечить ткани тела кислородом?

Кислородные баллоны — это особые белки — глобины, находящиеся в соединении с металлсодержащими пигментами. Морские черви полихеты в качестве баллонов используют зеленые молекулы железосодержащего белка хлорокруорина. (Вот почему их кровь зеленого цвета.) К нему легко присоединяется кислород: каждый

атом железа удерживает два атома кислорода. С помощью хлорокруорина кровь полихет переносит кислорода в 10 раз больше, чем смогла бы перенести без него.

Однако такие баллоны неудобны. Дело в том, что клетки тела интересуются не только содержащимся в них кислородом, но норовят использовать для собственных нужд и сами баллоны. Они рассматривают их как отличный металлолом, вполне годящийся в «переплавку» для последующего использования в строительных конструкциях.

Единственный способ предотвратить расхитительство — строить большие «цистерны», то есть очень крупные молекулы белка — переносчика кислорода, состоящие из сотен тысяч атомов. Они не могут пролезть сквозь поры стенок кровеносных сосудов, поэтому на другие нужды организма их использовать трудно. Однако большие цистерны иметь нерационально, ибо их размер растет, так сказать, за счет утолщения стенок, а вместимость остается прежней. Громоздкие, но невместительные баллоны нерентабельны.

Большинство животных перешло на небольшие, но вместительные кислородные баллоны, в которых в обратном направлении можно перевозить углекислый газ. В качестве тары используются гемоглобины. Молекула глобина взрослого человека состоит из четырех полипептидных цепей. Две альфа-цепи содержат по 141 аминокислотному остатку, а две бета-цепи по 146. Эти цепи спирально закручены и в образованных ими карманах удерживают небелковую часть молекулы — гем. Его основой служит структура из четырех пятичленных порфириновых колец, в центре которых расположен атом железа.

Гемы работают согласованно, являясь как бы членами одного кооператива. Пока «баллон» еще не начал заполняться кислородом, атом железа в альфа-цепях выступает из плоскости порфиринового кольца. Это облегчает присоединение кислорода. Затем атом железа втягивается в плоскость порфиринового кольца, что видоизменяет конфигурацию всего гема и тем облегчает связывание других атомов кислорода. Поэтому они вступают в связь с гемоглобином значительно легче, особенно четвертый, присоединяющийся к железу в 500 раз быстрее первого. Точно так же происходит разгрузка

«баллонов». Отсоединение первого атома кислорода требует некоторых усилий, зато остальные «отваливаются» практически сами собой.

Описанные здесь дыхательные белки — отличные переносчики кислорода. Например, каждая молекула хлорокруорина оснащена 80 гемами. О гемоглобине и говорить нечего. Однако морские животные используют и другие пигменты. Сипункулиды, донные червеобразные существа, и плеченогие, живущие в раковинах, низшие черви приапулиды, не избегающие глубоководья, где сооружают для себя норки в плотных песчаных грунтах, и некоторые кольчатые черви используют железосодержащие пигменты — гемоэритрины, в окисленном состоянии имеющие пурпурно-розовый цвет. Два атома железа этих пигментов удерживают одну молекулу кислорода, меньше, чем железо гемоглобина. Зато железа в них в три раза больше, чем в пигментах позвоночных.

Моллюски и высшие ракообразные — креветки, лангусты, омары используют медьсодержащий белок гемоцианин. У норвежских омаров гемоцианин составляет 88 процентов всех белков крови. Два атома меди этого пигмента способны удержать одну молекулу кислорода. Окисленный гемоцианин имеет синий цвет. Это он придает крови ракообразных «благородный» голубой оттенок. В царстве Посейдона меди совсем немного, всего 1 миллиграмм на 100 литров морской воды. В крови животных, пользующихся гемоцианином, меди в тысячу раз больше — 1 миллиграмм на 100 миллилитров крови. Видимо, скопить столько цветных металлов нелегко, и животные бережно относятся к своему богатству. Если моллюск голодает, и гемоцианин используется как энергетический материал, то есть «сжигается», медь не выбрасывается в шлаках на свалку, а отправляется на внутренние склады.

Иногда животные пользуются несколькими типами дыхательных белков, обладающих неодинаковым сродством к кислороду. У кеты два вида гемоглобинов. Один предназначен для использования в богатой кислородом холодной воде горных ручьев и рек, другой — для дыхания в морской воде. Сипункулиды, живущие в подземных норках, но извлекающие кислород с помощью торчащих наружу щупалец, пользуются двумя гемоэритринами. Пигменту, циркулирующему в сосудах щупалец

и извлекающему кислород из окружающей воды, нет нужды обладать большим сродством к кислороду. А вот гемоэритрину целомической жидкости это необходимо, чтобы отбирать из крови весь принесенный ею кислород и передавать его тем органам, до которых сосуды не дотягиваются.

Сипункулиды, использующие для дыхания всю поверхность тела, легко обходятся одним пигментом. У раков, обитающих в воде с температурой 25 градусов, а потому плохо растворяющей газы, сродство гемоцианинов к кислороду выше, чем у тех же раков, акклиматизированных к воде с температурой 10 градусов.

Гемоцианины и гемоглобины беспозвоночных просто растворены в крови, поэтому они, как и хлорокруорины, имеют крупные размеры и молекулярный вес, доходящий до 3,5—4 и даже 13 миллионов. Это, как уже было сказано, необходимо для того, чтобы предохранить их от использования в качестве металлолома. Более надежный способ сохранить «кислородные баллоны» — транспортировать их в специальных контейнерах — эритроцитах, красных клетках крови. Обычно контейнеры плотно забиты кислородными баллонами. У человека в каждом эритроците помещается 400 миллионов небольших баллонов — молекул гемоглобина. Молекулярный вес гемоцианинов всего 50 тысяч, гемоглобина человека — 64 500, ну а гемоглобины миног и некоторых двухстворчатых моллюсков вообще крохотули с молекулярным весом 15—19 тысяч.

Эритроциты имеют круглую форму. Их максимальный размер достигает 35—58 микрон. Хотя в подобные контейнеры помещается много «кислородных баллонов», они неудобны. Трудно заряжать находящиеся внутри баллоны, так как их заполнение происходит путем простой диффузии, и трудно транспортировать по узким капиллярам. У млекопитающих эритроциты значительно мельче, в пределах 5—10 микрон. Чтобы облегчить зарядку кислородных баллонов, они из шарообразных клеток превратились в плоские с двусторонним центральным вдавлением. В таком контейнере каждая молекула гемоглобина лежит недалеко от стенки. Эритроциты у рыб немного крупнее, чем у млекопитающих, и имеют эллиптическую форму.

Обмен между кровью и тканями происходит в капил-

лярной части кровеносной системы и также за счет диффузии. У человека общая суммарная протяженность капилляров достигает 100 000 километров. Сопоставимые величины имеет капиллярная сеть животных. На 1 квадратный миллиметр поперечного среза мышцы млекопитающих приходится от 100 до 4000 капилляров. Клетки тела не должны быть удалены от капилляра больше чем на 1 миллиметр. Обычно расстояние значительно меньше. Эритроциты могут составлять больше 40 процентов крови, но ее ток по капиллярам настолько нетороплив, что все контейнеры успевают разгрузиться именно там, где есть потребность в кислороде.

Эритроциты недолговечны. У человека они живут 100—120 дней, поэтому приходится все время заботиться об их пополнении. У кислородных баллонов срок службы тоже ограничен. Они выдерживают относительное небольшое число перезарядок, поэтому интенсивный синтез гемоглобина не прекращается ни на сутки. Несмотря на сложность устройства кислородных баллонов, на их изготовление уходит всего 90 секунд.

Создание эритроцитов и гемоглобина — материалоемкий процесс, требующий значительных затрат энергии. Неудивительно, что рыбы-белокровки отказались от дорогостоящей тары и наладили доставку кислорода непосредственно плазмою крови. Живут эти рыбы у берегов Антарктиды в холодной воде с температурой около —1 или даже —1,5 градуса. Известно около 15 видов белокровок. Это крупные рыбешки длиной до 60—70 сантиметров с голым и полупрозрачным телом.

Жабры в их дыхании не играют серьезного значения. Кислород поступает в кровь главным образом через сосуды кожи, в том числе больших грудных плавников. Отсутствие гемоглобина компенсируется рекордно большим объемом крови, крупным и сильным сердцем, способным прогонять сквозь сосудистую сеть значительные количества жидкости. Благодаря низкой температуре тела рыб в 100 миллилитрах их крови может быть растворено 0,8—1,0 миллилитра кислорода, значительно больше, чем требуется белокровкам. В холодной воде эти рыбы имеют очень низкий уровень обмена.

Поскольку отыскался удобный и надежный способ хранения кислорода во время транспортировки по трубопроводам кровеносной системы, невольно возникает воп-

рос: а нельзя ли организовать склады газа прямо на местах, где он особенно интенсивно используется? Оказывается, можно! Во многих тканях тела высших животных, в первую очередь в мышцах, есть кладовки для кислорода. В качестве газовых баллонов здесь используются молекулы железосодержащего белка — миоглобина. Он во многом сходен с гемоглобином, только состоит из одной цепи, ее молекулярный вес 17 450, построенной из 153 аминокислотных остатков и соответственно оснащенной всего одним гемом. В окисленном виде гемоглобин имеет красный цвет. Его присутствие в мышцах и делает их красными. Белые мышцы, а есть в организме позвоночных и такие, потому и белые, что в них очень мало миоглобина.

Мышечные склады не только позволяют создавать оперативные запасы кислорода, но и облегчают его использование работающей мускулатурой. Дело в том, что миоглобин обладает значительно большим сродством к кислороду, чем гемоглобин, и в пять раз быстрее присоединяет к себе кислород. Для 50-процентного насыщения гемоглобина кислородом нужно лишь 0,038 секунды, но такой же уровень насыщения миоглобина наступает в 100 раз быстрее, всего за 0,0004 секунды.

Особенно много миоглобина содержится в мышцах морских млекопитающих. У дельфинов дыхательный белок составляет 3,5, а у тюленей даже 7,7 процента веса мышц. Это значительно больше, чем в мускулатуре человека. Кислород, хранящийся в мышцах тюленя, может обеспечить их работу в течение 5, а у человека его хватит на 4 минуты. Однако не мышечные склады кислорода позволяют осуществлять длительные погружения. Морские млекопитающие, опускаясь в глубины океана, умеют организовать снабжение своего мозга кислородом, который собственных запасов не имеет. Мозг без кислорода работать не может, но мускулатуру, хотя и ненадолго, к этому можно принудить.

Животные пользуются двумя способами извлечения энергии из пищи: ее полным сжиганием в присутствии кислорода и брожением, когда окисление горючего происходит путем отщепления от него водорода. Второй путь используется реже, так как расщепление пищевых веществ идет в этом случае не до конца, а только до молочной кислоты, то есть не позволяет извлечь из «горю-

чего» всей заключенной в нем энергии. Кроме того, молочная кислота вредна для клеток организма и может вызвать отравление.

Морские млекопитающие комбинируют оба способа извлечения энергии. Пока они плавают у поверхности океана и не испытывают недостатка в кислороде, идет обычное окисление энергетических материалов, но уйдя в глубины, животные прибегают к брожению. Отравления не наступает, так как при мускульном напряжении пережимаются сосуды и молочная кислота оказывается локализованной в мышце, то есть в наименее чувствительном к ее воздействию органе. У нырнувшего животного происходит перераспределение кровотока, благодаря чему кровью снабжается главным образом мозг, глаза и другие органы головы, а также сердце, и весь кислород используется только на работу этих важнейших органов.

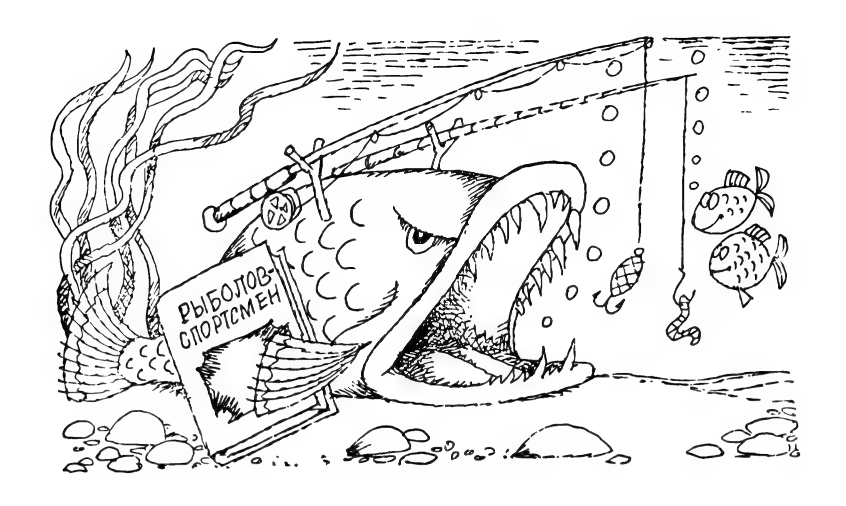
Одновременно с подъемом к поверхности в организме восстанавливается нормальное кровообращение, а в крови резко возрастает количество молочной кислоты, вымываемой из мышц. При достаточном количестве кислорода кислота может быть доокислена, что дает двойной эффект: обезвреживается ядовитое вещество и извлекаются дополнительные порции энергии. Таким образом, временный переход на бескислородный способ обмена позволяет млекопитающим наносить продолжительные визиты в вотчину Посейдона.

В отличие от человека морские млекопитающие кессонной болезнью не страдают. Профессиональная болезнь водолазов возникает у людей при подъеме к поверхности воды после длительного пребывания на глубинах свыше 20 метров. Ее вызывает выделение пузырьков азота. Они растягивают ткани тела, особенно суставных сумок, вызывая сильную боль, а попадая в мелкие сосуды, закупоривают их, прекращая движение крови. Закупорка сосудов мозга приводит к гибели нервных клеток и серьезному нарушению функций нервной системы или гибели пострадавшего.

За время пребывания под водой в тканях тела водолаза успевает раствориться много азота. Ведь газы оказываются здесь под большим давлением. В жире и жироподобных веществах, которых в общей сложности в организме около 10 килограммов, азот растворяется в

пять раз лучше. Таким образом, один жир способен накопить столько же азота, сколько все остальные ткани тела вместе взятые.

Морским млекопитающим кессонная болезнь не грозит. Они уносят в легких совсем немного азота и в отличие от водолазов эти запасы не возобновляют. У них нет возможности перенасытить свои ткани азотом. Кроме того, во время погружения азот из легких в кровь вообще не поступает. У китов уже на глубине 100 метров давление воды должно сильно сжать легкие и выдавить оттуда весь воздух, объем которого под воздействием высокого давления уменьшился в десять раз, в большую трахею, защищенную от сжатия костными кольцами. Кроме того, в результате перераспределения кровотока движение крови в легких прекращается, а это значит, что все пути проникновения азота в кровь оказываются перекрыты. В общем, в тканях тела у странствующих под водой животных не происходит накопления азота, а следовательно, нет и причин для возникновения кессонной болезни.



Жизнь на ощупь

Органы чувств, или рецепторы, как называют их ученые, должны сообщать своим владельцам обо всем, что творится в мире. Работа по приему, анализу, систематизации информации, отбору самой важнейшей и ее хранению является одним из главных и наиболее трудоемких видов мозговой деятельности. В этом отношении подданные Посейдона практически ничем не отличаются от других животных.

Другое дело — работа самих анализаторов. Обитатели океана, особенно живущие в толще воды, существуют в обедненной среде, в зоне информационного вакуума, где подолгу ничего не происходит, а значит, нечего и анализировать. В этом случае задача анализаторов упрощается: здесь трудно проморгать появление нового объекта или возникновение нового явления. Анализ полученной информации направлен на опознание каждого объекта или явления, установление его местоположения в пространстве и определение расстояния до этого объекта. Совершенно очевидно, что размер зоны действия анализаторов находится в соответствии с величиной животного.

Несмотря на значительные различия в характере поставляемой информации, принцип работы анализатор-

ных систем имеет между собой много общего и сходен с характером их деятельности у наземных животных. Однако жизнь в толще воды вносит свои коррективы. Обитатели океана оснащены как самыми обычными анализаторами, встречающимися и у сухопутных животных, так и совершенно неожиданными, немыслимыми в воздушной среде.

ЛУЧ СВЕТА В ТЕМНОМ ЦАРСТВЕ

Светочувствительные органы, видимо, были самыми первыми рецепторами живых существ. Это не случайно. Жизнь на Земле тесно связана со светом. Сухопутные животные значительную часть интересующей их информации получают с помощью зрения. Глаза способны давать более детальную информацию, чем любые другие органы чувств.

Нет необходимости рассказывать о принципе устройства глаз. Они общие для всех животных. Уместнее остановиться на свойствах морской воды как оптической среды и на особенностях зрительного аппарата, возникшего под ее воздействием. Свет распространяется со скоростью 300 000 километров в секунду. Это значит, что зрительная информация практически мгновенно достигает глаз. При всем многообразии информации, которую черпает мозг из показаний зрительных рецепторов, сами рецепторные клетки способны воспринимать лишь разницу в интенсивности достигших их световых лучей и только у части животных позволяют определять длину световых волн и плоскость их поляризации.

Светочувствительные рецепторы есть у большинства животных. Ими владеют даже эвглены — одноклеточные зеленые водоросли. Настоящие глаза впервые появились у червей, причем сразу в двух сильно отличающихся вариантах: фасеточные, состоящие из множества простых глазков, и камерные, то есть того же типа, что и глаза человека. Наиболее совершенными фасеточными глазами обладают высшие ракообразные. Камерные глаза — непременный атрибут животных с развитым мозгом.

Фоторецепторы воспринимают свет с помощью фоточувствительных пигментов. Если нужно лишь уловить свет и оценить его интенсивность, достаточно одного пиг-

мента. Наибольшее распространение получили два вещества. Красный палочковый пигмент родопсин характерен для сухопутных животных, человека и морских рыб. Выбор обитателей океана объясняется большей чувствительностью родопсина к световым лучам сине-зеленой части спектра, то есть к световым волнам длиной 470—480 нанометров, которые глубже всего проникают в толщу морской воды. Чувствительность пурпурного пигмента порфиропсина сдвинута в красную сторону, то есть в область более длинных волн. Им пользуются рыбы, живущие в менее прозрачной воде пресноводных водоемов, куда плохо проникают световые волны сине-



зеленой части спектра. В рецепторных клетках глаз некоторых морских рыб одновременно присутствуют и родопсин и порфиропсин.

В камерном глазу позвоночных встречаются два типа светочувствительных клеток: палочки, предназначенные для сумеречного зрения, и колбочки, обеспечивающие цветное восприятие Палочки обладают высокой чувствительностью к свету. Если глаз животного привык к темноте, палочка способна возбудиться при воздействии всего 1 фотона. Это не значит, что животное заметит этот свет. Дело в том, что множество палочек сначала посылает свою информацию какой-то определенной биполярной клетке. В свою очередь, несколько биполярных клеток передают информацию определенной ганглиозной клетке, и по ее главному отростку — аксону информация поступает в мозг.

Чтобы раскачать эту громоздкую систему и заставить ее направить в мозг сообщение об изменении световой обстановки, требуется, чтобы как минимум 6—7 фотонов «кучно» бомбардировали сетчатку и были бы поглощены ею на крохотном участке, где сосредоточено не более 500 палочек. Хотя палочки весьма чувствительны к свету, структура их связей не позволяет обеспечить высокую разрешающую способность глаза, иными словами, не дает возможности разглядеть мелкие предметы.

Колбочковые пигменты менее чувствительны к свету, поэтому работать в полумраке не способны. Система сбора колбочковой информации устроена менее громоздко, чем палочковой. Колбочек на каждую ганглиозную клетку замыкается гораздо меньше, чем палочек, поэтому разрешающая способность системы достаточно высока. Читать, шить вышивать люди способны благодаря колбочкам.

Родопсин обеспечивает черно-белое зрение. Для цветного необходимо иметь не меньше трех пигментов с избирательно повышенной чувствительностью к световым волнам определенной части спектра или оснастить колбочки несколькими типами фильтров, каждый из которых избирательно пропускает лишь определенную часть световых лучей. У рыб они содержат фиолетовый пигмент иодопсин и голубой цианопсин, чувствительные к световым волнам длиной 562 и 620 нанометров, Кроме

того, в рецепторных клетках находятся масляные капли, выполняющие роль светофильтров. В результате один вид колбочек реагирует на насыщенный красный цвет, другой — на насыщенный зеленый, третий — на насыщенный сине-фиолетовый цвет. Эти три вида рецепторов позволяют воспринимать широкий спектр цветовых оттенков.

Далеко не все животные обладают обоими типами фоторецепторов. Те из них, кто живет в условиях полумрака, не нуждаются в колбочках. Однако есть предел освещенности, когда даже палочки уже ничего различить не могут. Существуют различные способы повысить чувствительность глаз. В том числе увеличение размера, оснащение их светоотражающими экранами и большие зрачки.

Ясно, что в большом глазу может «уместиться» больше света, чем втиснулось бы в маленький, в особенности если он оснащен крупным зрачком. Самыми большими бывают глаза у обитателей океанской бездны. У каракатицы они достигают примерно 0,1 размера тела, у крупных осьминогов и кальмаров глаза с футбольный мяч, до 20 сантиметров в диаметре, ну а у гигантского кальмара и глаза гиганты диаметром до 40 сантиметров! Не глаза, а два бочонка. Поражают глаза глубоководных ракообразных. У бокоплавов, обитающих далеко от поверхности океана, они сливаются на спинной стороне головы в гигантское сооружение, занимающее почти треть длины тела.

Рыбы не пошли на общее увеличение объема глазных яблок, а ограничились их удлинением в переднезаднем направлении. В результате получились трубчатые или, как их принято называть, телескопические глаза, ими пользуются главным образом глубоководные рыбы. Обитатели мелководий умеют менять величину зрачка. Глубоководным рыбам это ни к чему. Им размер зрачков задан раз навсегда, и обычно они больше хрусталика, что позволяет проникать в глаз дополнительным порциям света.

Глаз может хорошо видеть, только когда его размер достигнет критической величины. Неудивительно, что крохотные глазки рыбьих мальков подслеповаты. По мере роста рыбешек увеличиваются и глаза, причем необычайно быстрыми темпами. В результате глаза взрос-

лых рыб в сравнении с размерами их тела кажутся гигантскими. Представьте, у светящегося анчоуса они достигают половины головы. Зрение, видимо, играет важную роль в их жизни.

Еще одно важное приспособление — зеркальный слой. Дно и задняя половина стенок внутренней поверхности цилиндра телескопического глаза покрыты сетчаткой, а стенки передней половины — блестящим отражающим слоем. Те световые фотоны, которые не попадут на сетчатку, отражаются зеркальным слоем, иногда многократно, пока не поглотятся зрительным пигментом. Боковой дополнительный свет вдвое усиливает освещенность сетчатки и повышает светочувствительность.

Восприятие света в первую очередь зависит от размера сетчатки. Дополнительные площади для ее размещения создаются в специальных пристройках. Видимо, они предназначены для использования света, отраженного зеркальным слоем. Иногда пристройка выполняет более важные функции. У небольшой хищной тропической рыбы батилихнопс тонкий, больше известной как четырехглазая рыба, хотя об известности сказано слишком громко (выловлено всего несколько экземпляров этих рыб), пристройка становится дополнительным глазом, находящимся снаружи от главного. Основные глаза расположены близко друг к другу и смотрят вперед, а пристройки способны собирать информацию снизу и сбоку. Утолщения их роговицы функционируют как сложная система световодов, позволяющих улавливать свет, идущий сзади, и заворачивать его назад, направляя для анализа на сетчатку основного глаза и тем обеспечивая круговой обзор.

Глаза с широким полем зрения глубоководным рыбам не годятся. Они не могут быть высокочувствительными. У батилихнопса каждый из четырех глаз видит лишь небольшую полоску пространства перед собою, зато, если позволит световая обстановка, способен рассмотреть ее очень подробно. У большинства рыб глаза расположены по бокам головы и не годятся для бинокулярного зрения. Для глубоководных более характерны глаза, смотрящие вперед, зрительные поля которых перекрываются больше чем наполовину. Сближенные глаза не обеспечивают точности при определении рас-

стояния до обнаруженного объекта, но развести их на узколобой голове рыб невозможно. Пришлось вынести их за пределы головы и разместить на концах специальных стебельков или на массивных выростах тела. Глазами на подвижных стебельках пользуются многие представители ракообразных. А у акулы-молота сильно уплощенная голова снабжена по бокам большими выростами, придающими голове вид кувалды. На их наружных концах располагаются глаза и ноздри.

Глаза многих рыб обладают подвижностью и двигаются согласованно, а у камбал, морских игл и других мелководных рыб каждый глаз наводится на свою цель совершенно независимо.

Трудно всю жизнь пользоваться одними и теми же глазами, и у рыб они нередко претерпевают удивительные пертурбации. У большинства мальков глаза расположены по бокам их маленькой головки, и каждый видит лишь то, что находится с его стороны. Донные рыбы, становясь взрослыми, много времени проводят на дне. Постепенно их тело становится плоским, чтобы было удобнее лежать на песке, а голова — лобастой. Сюда на лоб и перебираются глаза. Теперь рыба на все смотрит сразу двумя глазами, направленными вперед или вверх.

Длинное путешествие проделывает глаз камбалы. Эти рыбы предпочитают лежать на боку. Глазу, оказавшемуся на нижней стороне, нет никакого резона смотреть в песок и он «переползает» на верхнюю сторону. У взрослых камбал одна сторона головы слепая, зато у второй два глаза.

Большое путешествие совершают глаза глубоководных рыб идиакантов. Эти небольшие тонкотелые рыбки с крупной головой, огромной зубастой пастью и нормально расположенными глазами. Другое дело личинки. Их глаза сидят на стебельках длиною в $^1/_3$ тела, отходящих от маленькой головки, и используются как парашют, позволяющий личинке не тонуть. По мере ее роста глаза приближаются к голове и наконец занимают надлежащее место.

Век и слезных желез глаза рыб, ракообразных, кальмаров и осьминогов не имеют. В воде смазка не нужна. Роговица в фокусировке изображения участия не принимает. Ее преломляющая способность почти такая же,

как у воды, и световые лучи проходят сквозь нее, не меняя направления.

Четкость изображения обеспечивает хрусталик. У рыб и головоногих моллюсков он имеет сферическую форму и не меняет ее, как это принято у высших животных, а фокусировка световых лучей осуществляется благодаря передвижению хрусталика вдоль оптической оси глаза. У рыб хрусталик может активно передвигаться только назад, и глаз превращается в более дальнозоркий, а вперед он возвращается за счет эластичности тканей, и глаз снова становится близоруким. У осьминогов и кальмаров, наоборот, происходит активное передвижение хрусталика вперед, а назад он возвращается пассивно. Глаза морских организмов приспособлены для созерцания близко расположенных объектов. Прозрачность воды такова, что заводить дальнозоркие глаза не имеет смысла.

Некоторые обитатели мелководья умеют определять плоскость поляризации световых лучей. Креветки палемоны, лишенные возможности видеть дно или какие-либо надводные ориентиры, способны в течение многих часов передвигаться в однажды выбранном направлении. А грациозные мизиды, находясь в лабораторном бассейне, постоянно стремятся занимать положение под прямым углом к плоскости поляризации света.

Хочется рассказать о поисках у головоногих моллюсков термоскопических глаз, якобы способных улавливать тепловые лучи. Подобное подозрение в отношении глубоководного кальмара-светляка ватасения сверкающая было высказано молодым французским зоологом Луи Журбеном еще в конце прошлого столетия. С тех пор упоминания о тепловом глазе кальмаров, как о вполне доказанном явлении, время от времени появляются в научно-популярной литературе.

Должен с сожалением констатировать, что подобные предположения лишены каких-либо оснований. Глубоководным животным тепловизор не нужен, так как в пучине океана нет теплокровных существ, способных излучать инфракрасные лучи. А самое главное, вода их совершенно не пропускает. Достаточно слоя воды толщиной в 1 сантиметр, чтобы полностью поглотить тепловые лучи. Владей кальмар термоскопическими глазами, обнаружить кашалота он смог бы, лишь стукнув-

шись об него головой. Согласитесь, что подобная информация о близости опасного хищника оказалась бы несколько запоздалой и была бы лишена всякого смысла.

А ВО ЛБУ ЗВЕЗДА ГОРИТ

В вечном мраке глубин обитает немало животных, которые или совсем утратили глаза, или они у них заросли, скрылись под кожей и не способны воспринимать световые лучи. Это кажется естественным. Однако и на пяти-семикилометровой глубине встречаются рыбы и ракообразные, и таких здесь довольно, владеющие огромными глазами. Большинство из них никогда не поднимается к поверхности, куда проникают солнечные лучи, но их глаза не только не деградировали, а, напротив, приспособлены для использования в условиях минимальной освещенности. Зачем же обитателям бездны понадобились глаза?

Глубоководным животным, лишившимся возможности пользоваться естественным светом, не оставалось иного выхода, как обзавестись собственным освещением. Нигде на нашей планете фонарики не используются так широко, как в океане. Конечно, подводные осветители обладают разной квалификацией. У одних способность продуцировать свет находится в самом зачатке, другие смогли обзавестись мощными прожекторами, умеют устраивать красивые иллюминации или великолепнейшие фейерверки.

Совершенно непонятно, какими принципами руководствовалась администрация Посейдона, предписывая одним подданным обзаводиться освещением, а другим запрещая это делать.

Глубина обитания большого значения не имеет. Многие светящиеся организмы коротают свой век у самой поверхности океана. Но ведь ночи, особенно в тропиках, бывают достаточно темными, и потребность в свете может ощущаться на любой глубине. Фонарики имеют и убежденные домоседы, обосновавшиеся на дне, и планктонные организмы, и самые быстроходные стайеры океана — рыбы и кальмары.

Живой свет возникает в результате высвобождения энергии при сложных химических реакциях. В качестве «керосина» используются специальные вещества, назы-

ваемые люциферинами. Об их химической природе известно мало. Общим для большинства люциферинов является то, что свечение возникает в результате их окисления с помощью специальных ферментов люцифераз.

Характерная особенность реакций, порождающих свет: выделяющаяся в результате окисления энергия не превращается в тепло, а используется на специфическое возбуждение молекул, способных выделить энергию в виде фотона. У рачков ципридиний, относящихся к классу ракушковых, на окисление 1 молекулы люциферина используется всего 1 молекула кислорода, в результате чего выделяется 1 молекула углекислого газа. Ну а свет? Оказывается, эффективность люциферинов у разных животных неодинакова, но в общем достаточно высока. У разных организмов в свет переходит от 10 до 50 процентов химической энергии, высвобождающейся при окислении люциферина. Это значительно больше, чем у современных ламп накаливания.

Количество испускаемого света зависит от энергоемкости люциферина. Ципридинии, медузы эквории и бактерии должны окислить свыше 3 молекул люциферина, чтобы получить всего 1 фотон. Известны моллюски с более эффективным люциферином, производящим на три окисленные молекулы 2 фотона, а самые квалифицированные осветители синтезируют первоклассный люциферин, способный при окислении 100 молекул обеспечить испускание 90 фотонов. Почти один фотон на одну молекулу «керосина». Общее количество света, испускаемое отдельным световым органом, внушительно. У рыбы-мичмана каждый «фонарик», а их на теле небольшой рыбки длиной 25—35 сантиметров не меньше 300, испускает за 1 секунду миллиард фотонов.

Морские организмы используют несколько способов свечения. У одних животных гранулы люциферина находятся в клеточной протоплазме и там же окисляются. У них светятся ткани тела. У других животных люциферин выделяется в составе слизи, покрывающей кожу. Сами кожные покровы света не испускают. Наконец, существуют животные, способные выбросить облачко светящейся жидкости, выработанной специальными железками.

Многие морские организмы, охотно пользующиеся освещением, не умеют вырабатывать ни люциферина, ни

люциферазы. Эту функцию выполняют многочисленные помощники — микроорганизмы, а их хозяева ограничиваются тем, что создают для крохотных светотехников подходящие условия существования да еще заботятся о рациональном использовании света своих фонариков и прожекторов.

У одноклеточных животных гранулы люциферина равномерно распределены в протоплазме маленького тела. Крошечные существа не располагают достаточными материальными ресурсами для длительного свечения. Маленькая ночесветка зажигает огонь лишь в ответ на механическое воздействие. При этом светится все ее тело. Днем свет невидим, но ночью малявки вспыхивают на гребнях волн, как искры, вылетающие из-под быстро вращающегося точила.

Ночесветки обитают и в Черном море. Это они создают здесь неповторимые по красоте световые эффекты. Потревоженные движением воды от проходящего судна или в зоне морского прибоя, они на несколько мгновений вспыхивают ярким светом, чтобы, израсходовав запас энергии, погаснуть. Изумительное зрелище представится пловцу тихой августовской ночью, когда в море скопилось много перидиней. Каждое движение вызывает фейерверк. За стеклом подводной маски в разные стороны разлетаются тысячи искр, словно горят десятки бенгальских огней. Зрелище настолько восхитительно, что раз увидевший его запомнит на всю жизнь.

Моллюски, ракообразные и рыбы пользуются специализированными светильниками. Наиболее совершенные из них по своему устройству напоминают прожектор и могут использоваться для избирательного освещения определенного участка пространства. Снаружи световой орган одет темной непрозрачной оболочкой. Внутри она блестящая, хорошо отражающая свет, — это рефлектор. В передней части находится прозрачная линза, концентрирующая световой поток. Внутри — светящаяся в темноте слизь. Края линзы содержат большое количество пигментных клеток. Они выполняют роль диафрагмы, регулирующей размер отверстия, а значит, и ширину светового луча.

В случае необходимости линза полностью теряет прозрачность, и прожектор «выключается». Часто для этого используется шторка — специальная кожная

складка, заслоняющая линзу, как веко прикрывает глаз. Еще оригинальнее выключатель у каракатиц. Их фонарики бывают территориально совмещены с чернильным мешочком. Если фонарь нужно выключить, каракатица выпускает в мантийную полость немного чернил. Они покрывают тонкой, но светонепроницаемой пленкой поверхность фонарика, и свет гаснет.

Прожектор, если он действительно используется для освещения, должен располагаться в передней части тела, на голове животного или даже у него на глазах. Огромные глазные яблоки моллюсков, рыб и ракообразных позволяют разместить целое ожерелье фонариков. Направление пучка света, испускаемого прожектором, согласовано с направлением оптической оси глаза. Это упрощает управление освещением. Животному достаточно повернуться в сторону заинтересовавшего объекта или посмотреть на него, и он освещен.

Свет, испускаемый живыми организмами, может быть белым, сине-зеленым, рубиново-красным, фиолетовым. Иногда животное снабжено фонариками 3—4 цветов. Для глубоководных организмов более характерен коротковолновый свет, так как для голубых лучей морская вода прозрачней, да и глаза подводных обитателей к ним более чувствительны. Цвет зависит от природы молекул люциферина, от величины энергии перехода электрона на более близкую к ядру орбиту, а также от характера светофильтров, через которые он проходит, и от оптических свойств рефлекторов.

Для поддержания в светильнике «огня» могут использоваться светящиеся бактерии. У рыб они находятся внутри прожектора. Лишь у большеглазовых рыб, апогонов и у малого фонареглаза бактерий в световых органах пока не обнаружили. Видимо, люциферин синтезируется прямо в тканях. Яркий свет подавляет собственное свечение животного или разрушает люциферин. Обитатели верхних слоев океана светятся лишь ночью.

О том, как подданные Посейдона пользуются своими светильниками, известно значительно меньше, чем об интимных механизмах свечения. Попробуйте догадаться, зачем небольшой рыбке апогону, обитающему в получившем со времен вьетнамской войны печальную известность Тонкинском заливе, три отличных прожектора, находящихся в его пищеводе? Может быть, для

того, чтобы пойманная добыча не стремилась вырваться, а своим ходом старалась протиснуться в глубь пищеварительного тракта?

Свет помогает обитателям океана решить несколько проблем. Главная, видимо, коммуникация, потребность общения. Как в непроглядной мгле на необозримых просторах океана самцу найти себе пару? Как отбившемуся от своей стаи кальмару вернуться в родной коллектив? Обоняние для поисков непригодно. Вода в глубинах океана перемещается крайне медленно, и запах далеко не распространяется. Звуки тоже не годятся. Они слышны на значительных расстояниях и привлекут внимание врагов. Слабый свет живых фонариков издалека не виден. Им удобно пользоваться в своем мирке. Найти иголку в стоге сена живой свет не поможет, но и разминуться накоротке не позволит.

Эвкариды — крохотные рачки. В полярных районах ими кишит океан. Однако заметить рачков, пока они, зависнув у поверхности, сохраняют неподвижность, практически невозможно. Рачки не имеют пигмента, и поэтому прозрачны. Это помогает им спасаться от врагов, но мешает общению.

Световая сигнализация устраняет затруднения. Органов свечения обычно бывает 10. Они располагаются на глазных стебельках, на грудных ножках и на нижней поверхности брюшных сегментов. Поэтому «светлячки» видны со всех сторон. Их фонарики вспыхивают на несколько секунд зеленовато-желтым светом, а затем гаснут. Иногда загораются лишь главные огни на глазных стебельках. Световая сигнализация позволяет рачкам собираться в стаи, а самцам находить самок. Ярчайшая вспышка всех десяти светильников, когда рачки подвергаются нападению, несомненно, служит сигналом опасности.

Наиболее яркий пример использования световой сигнализации, в прямом значении этого слова, дают светящиеся черви из загадочного Бермудского треугольника. Самки этих донных животных в период размножения поднимаются к поверхности, где вальсируют, выписывая круги свадебного танца, и при этом испускают яркий свет. Вслед за ними поднимаются самцы. Они устремляются к свету. Самки с потушенными огнями их не привлекают. Если встреча состоялась, самцы включаются в

танец и пляшут до упаду, а достигнув оргазма, одновременно со своими партнершами выбрасывают в воду половые продукты, где и происходит их оплодотворение.

Свет широко используется и на охоте. Небольшая глубоководная рыба галатеатума, проголодавшись, располагается где-нибудь на видном месте и раскрывает рот. В его глубине шевелится что-то светящееся. Постоянно голодные глубоководные хищники, не колеблясь, засовывают свою голову в пасть галатеатумы, а затем уже не по своей воле отправляются к ней в желудок.

Аналогичным образом поступают представители подотряда глубоководных удильщиков. У них один из лучей спинного плавника достигает очень большой длины и направлен вперед. С «удилища» прямо над пастью коварной рыбы свешивается приманка — грушеобразное утолщение, очень ярко окрашенное, а у действительно глубоководных существ к тому же еще и светящееся. Не нужно объяснять, что подводные обитатели, неосмотрительно заинтересовавшиеся соблазнительной приманкой, вмиг оказываются в зубах зловредного обманщика.

Глубоководные рыбы пользуются несколькими моделями «удочек». У одних они очень короткие, и светящаяся приманка располагается у самой пасти. У гигантактиса «удилище» вместе с «леской» раза в четыре превышает длину самой рыбы. Хищник имеет возможность далеко закидывать «наживку» и облавливать огромное пространство. Лизиогнаты и церации пользуются «спиннингами». Само «удилище» находится в специальном канале на спине рыбы и может выдвигаться оттуда и убираться назад. Пользуясь этим приспособлением, рыбы имеют возможность постепенно подманить поближе к своей пасти даже очень осторожную дичь. У лизиогнат приманка снабжена тремя крючками. Видимо, они позволяют подцепить и подтащить ко рту опешившую от неожиданности добычу.

Нередко бортовые огни спасают их обладателю жизнь. Если животное ядовито или просто несъедобно, имеет смысл оповестить об этом окружающих. Часто яркая вспышка света используется для того, чтобы напугать или хотя бы отвлечь внимание нападающего хищника. Многие животные «зажигают» свои огни,

только оказавшись в чьих-нибудь зубах. Это тоже средство защиты: может быть, хищник испугается или откроет от удивления рот, и тогда удастся удрать. Этим ловко пользуются некоторые черви.

Один из пионеров изучения морских глубин Уильям Биб во время глубоководного погружения увидел за стеклом иллюминатора крупного, слабо светящегося червя. На глазах наблюдателя этот незадачливый червяк, видовую принадлежность которого исследователь определить не сумел, был перекушен надвое. Хвостовой конец вспыхнул ярким светом и был тотчас же проглочен. Напротив, головной обрывок тотчас погасил огни и поспешно скрылся во мраке. У большинства червей сильно развита способность к регенерации утраченных частей тела, видимо, и у этого червя хвост скоро отрастет вновь. Свечение, так же как судорожные подергивания отброшенного ящерицей хвоста, служит только для того, чтобы отвлечь внимание нападающего и, пожертвовав менее ценным, спасти основное.

Более оригинальный и, я бы сказал, дешевый способ использования света для обороны изобрели кальмары и каракатицы, которые спасаются от нападающих хищников тем, что выбрасывают облако светящейся жидкости, по форме и размеру напоминающее их самих. Не мудрено, что преследователю случается обмануться и наброситься на светящуюся подделку, пока ее творец, не теряя времени, скрывается во мраке. Подобной «бомбочкой» пользуется крохотная каракатица двурогая сепиола размером с 15-копеечную монету, живущая в наших дальневосточных водах. Ночью маленькая сепиола ярко сияет, но если подвергнется нападению, выбрасывает в воду светящееся облачко, а сама, погасив огни, удирает от врага, обманутого светящимся двойником. Так же поступают многие мелкие рачки. Около рта у глубоководных креветок расположены специальные железы, из которых в случае опасности вытекает светящееся облачко. Подвергшаяся нападению стайка креветок тотчас отгораживается от хищника «огненной» завесой из множества светящихся пятен и бросается врассыпную.

В царстве Посейдона с помощью фонариков сообщают о появлении хищника. Яркая вспышка света раненого животного — своеобразный способ предупре-

дить соплеменников об опасности. Скопление рачков, потревоженное напавшими на них рыбами, ярко светится, сигнализируя своим собратьям, что сюда лучше не соваться.

Может показаться невероятным, но свет в царстве вечного мрака помогает рыбам, каракатицам и кальмарам маскироваться. Зоологи обратили внимание на то, что фонарики нередко находятся только на брюхе. Иногда их бывает несколько сот, и чаще всего они располагаются правильными рядами. На небольших глубинах, куда еще проникают солнечные лучи, их голубой свет, если смотреть на животное снизу, должен сливаться с чуть голубым фоном поверхности моря и делать их незаметными. Рыбы с потушенными огнями на светлом фоне океанского «неба» должны казаться серой или совсем темной тенью.

ЗВУКИ В МИРЕ БЕЗМОЛВИЯ

Океан слывет «миром безмолвия». В прошлом ученые даже не подозревали, что вода хорошо проводит звуковые волны. Это отчасти связано с тем, что звуки, возникающие в глубине моря, обычно не достигают человеческих ушей. Гидроакустика как самостоятельная наука зародилась относительно недавно. Она долго оставалась чисто теоретической дисциплиной и развивалась крайне медленно.

Интерес к подводным шумам и мысль о перспективности гидроакустической разведки зародились почти пять веков назад. Гениальный итальянец Леонардо да Винчи оказался основоположником и этой области знаний. Он не только произвел первые в мире эксперименты по обнаружению вражеских кораблей путем прослушивания возникающих при их движении подводных шумов, но и создал приспособления для гидроакустических исследований.

До начала второй мировой войны гидроакустика была развита слабо. Ученые не успели даже бегло изучить звуки океанских глубин. Многие обитатели «мира безмолвия» — весьма шумные существа, но военные гидроакустики знали о них до обидного мало.

Информация о биологических шумах оказалась гораздо важнее, чем думали в мирное время. Происхож-

дение многих шумов, возникающих в наушниках гидрофонов, было трудно определить. Нередко звуки, производимые стаей рыб, принимали за шум работающих двигателей подводных лодок. Сколько раз расшумевшиеся рыбьи косяки давали повод для объявления боевой тревоги!

Чаще всего это происходило в сумерках, когда рыбы поднимаются из глубины и крупными стаями подходят к берегам. Большая и дружная стая могла произвести такую какофонию звуков, что они заглушали даже шум судовых двигателей. В то время никто и не подозревал, что рыбы могут создать такой грохот и скрежет. Акустики были уверены, что перед ними враг. Да и как было об этом не думать? Весной 1942 года немецкие и японские подводные лодки рыскали повсюду. Они выходили в море целыми стаями.

Наибольшую известность получил переполох в Чезапикском заливе весной 1942 года. Гидроакустики службы береговой охраны обнаружили сильный подводный шум. Только работа двигателей множества подводных лодок могла вызвать подводную акустическую бурю. Немедленно была дана команда приготовиться к бою. Нападения не произошло. Военная разведка, как ни старалась, не смогла обнаружить ни одного вражеского корабля, ни одной подводной лодки. Тревога оказалась ложной.

Акустикам редко удавалось установить причину ложных тревог. Неизбежная в таких случаях болезненная подозрительность дала повод для возникновения легенд о том, что японцы специально подгоняли звуки двигателей своих кораблей под шумы, создаваемые рыбьими стаями. А подражать было кому. Среди подданных Посейдона много шумных существ. В Западном полушарии широкой известностью пользуются обитающие у побережья Америки рыбы-мичманы, о которых уже шла речь. Они обращают на себя внимание в период размножения, так как мечут икру по морским мелководьям. По окончании нереста самцы остаются охранять икру и непрерывно жужжат, отпугивая врагов.

Не менее шумно ведет себя рыба-жаба. Издалека ее голос напоминает хриплое ворчание или гудки идущих вдали пароходов. Звуки издаются сериями два-три раза в минуту. Непосвященному кажется, что судно взывает

о помощи. Звуки так сильны, что вблизи вполне сошли бы за шум мчащегося мимо поезда или работу отбойного молотка. Их сила такова, что иногда вызывает болезненные ощущения. Измерения показали, что интенсивность рыбьих выкриков превышает 100 децибел.

Жабовидные рыбы — домоседы. Каждая живет на своем участке. В первой половине лета наступает брачный период. Где-нибудь в ямке или под камнем самка откладывает комок крупных икринок, а заботливый отец охраняет ее около трех недель, пока не вылупятся головастикообразные личинки. Гудки и рычание родителей — это грозное предупреждение, что участок охраняется. Митинг «жаб», усиленный акустической аппаратурой, мог вызвать панику даже у представителей морской разведки.

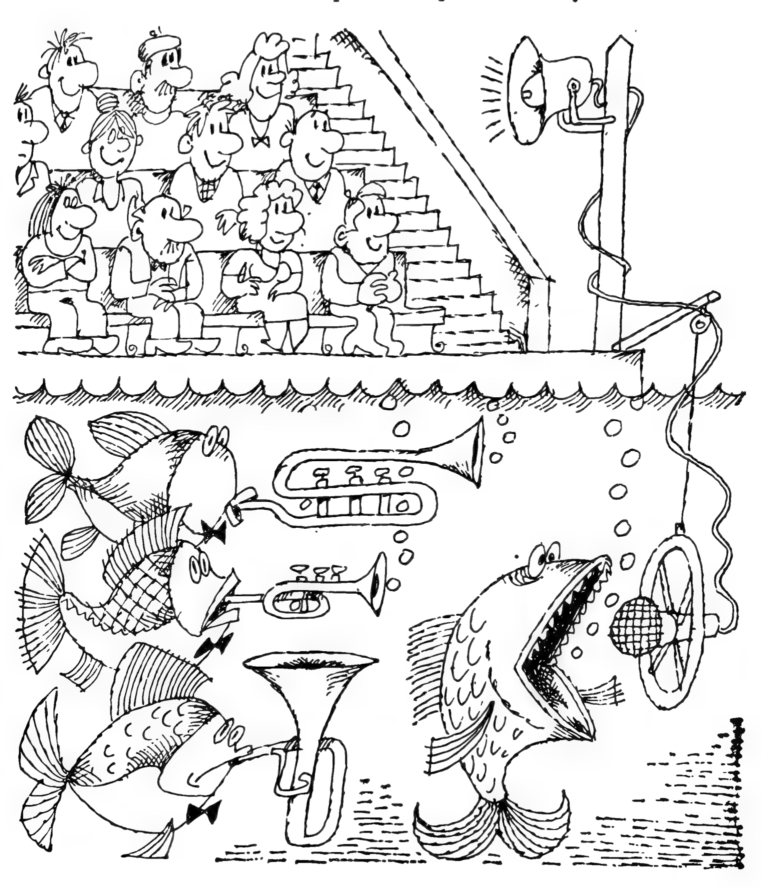
В годы войны ученые не сумели выяснить всех виновников ложных тревог, но волнистого горбыля удалось поймать с поличным. Это он сеял панику у берегов Америки. Горбыли — широко распространенные крупные рыбы с горбатой спиной. Отсюда и название. Их около 150 видов. Они обитают в прибрежной зоне тропических и субтропических морей, живут стаями и держатся вблизи скал, гротов и россыпей камней. В сумерках рыбы покидают дневные убежища, поднимаются из глубин, заглядывают в заливы и в устья рек.

Идут к берегу шумными стаями. Немногие животные позволяют себе устраивать подобный гвалт. Особенно шумят рыбки, когда дело доходит до нереста. Видимо, любовные перепалки горбылей и вызывали переполох береговой охраны. Неблагоразумное поведение дорого обходится горбылям. Концерты, устраиваемые «морскими барабанщиками», живущими в Атлантическом океане, помогают рыбакам разыскивать рыбьи стаи. В Средиземном море орлиные горбыли, собравшись большой компанией, будят ночную тишину тоскливыми стонами, что позволяет рыбакам выследить и обложить стаю сетями.

Горластых существ в океане много. Хорошо известно, какой галдеж царит «на спевках» хора рыб-крокеров, как бы охрипших от долгих вокальных упражнений. Немалый шум способно произвести скопление креветок. Трудно поверить, что эти небольшие, тихие существа могут устроить настоящую какофонию. Вихрь по-

щелкиваний, словно на асфальт высыпали мешок гороха, изрядно сдобрен скрипами и звонами. В общем, в море немало горлопанов, которые в определенные периоды жизни устраивают бурные митинги, шумные демонстрации, концерты хорового пения.

Не меньшую растерянность вызывали тоскливые стоны, вздохи, пронзительный визг. Эти стенания китов-горбачей нередко слышали наблюдатели на Гавайских островах. О том, что китообразные способны издавать звуки, было известно еще в далекой древности всеведущим грекам. Но знал ли об этом кто-нибудь из высших чинов военно-морского флота? Заунывные жа-



лобы горбачей казались звуками потустороннего мира и вызывали суеверный страх. Ведь ни офицерский мундир, ни диплом инженера не дают гарантии от веры во всякую чертовщину.

Для производства звуков необходим вибратор, порождающий звуковые волны. Им может быть любое упругое тело, способное колебаться от толчка, удара или трения. Если звук нужно усилить, используется резонатор. Для этой цели чаще всего служит воздух. Он упруг. Столбик газа, как стальная пружина, вибрирует по всей своей длине. Он может колебаться с любой частотой, но колебания воздуха скоро затухают.

Резонировать могут и стенки. Известны музыкальные инструменты, состоящие из одних вибраторов. Это ксилофон, тарелки, колокольчики и колокола. У флейты резонирует столбик воздуха. Стенки в усилении звука участия не принимают. У медных духовых инструментов — труб и валторн — вибрируют и воздух и металл стенок. Получается значительное усиление звука. «Музыкальные инструменты» животных нередко снабжены резонатором. Им может быть мембрана, столбик воздуха или стенки полости, где газ, необязательно воздух, находится под некоторым давлением.

Звуки рыб возникают при трении жаберных крышек, костных пластинок челюстей, сочленений скелета, плавников, костей так называемого Веберова аппарата... Карповые рыбы скрежещут зубами, спрятанными глубоко в глотке. Часто звуки производятся путем сокращения барабанных мышц, находящихся возле плавательного пузыря. Его стенки выполняют функции вибратора, а находящийся в нем воздух служит резонатором.

С помощью этих несложных устройств рыбы производят стуки, скрежет, удары, свисты, скрипы, всхлипывают, клохчут, мурлыкают, фыркают. Желтая макрель, встретив свою подругу, крякает от удовольствия. Бычок-кругляк во время нереста скрипит, подзывая самку, а увидев ее, начинает квакать. Черная рыба лает по-собачьи, а морские собачки предпочитают хрюкать. Морской петух (подумать только!), чтобы подать сигнал опасности, «кудахчет» курицей. Рыба-лоцман на ходу постукивает, чтобы ее властелин акула не отвлекалась и не задерживалась. Во время нереста бычок-кругляк верещит, а длиннорылый бычок-подка-

менщик жужжит. Зеленушка-оцеллята, перед тем как подраться, цокает. Бычок-кругляк, охраняя гнездо, рычит. Рыба-дикобраз скрежещет, как ржавая дверная петля. Рябчик гризеус, выражая угрозу, барабанит, а сахалинский подкаменщик урчит. Испуганный спинорог свистит, чирикает, щелкает. Ракообразные чаще всего щелкают клешнями. А как киты производят звуки, неизвестно.

Главный музыкальный инструмент млекопитающих — голосовой аппарат. Он тесно связан с дыхательной системой, но у китообразных устройство дыхательных путей необычно. Дышать ртом зубатые киты не могут. Ни ротовая полость, ни глотка с легкими не сообщаются, а рот используется только для поглощения пищи. Дышат дельфины и кашалоты «носом». Слово «нос» взято в кавычки потому, что наружный носовой проход открывается у них не на конце рыла, а на темени. Кроме того, у них всего одна, зато весьма солидная ноздря. Ее отверстие находится в самой верхней точке головы.

Оно первым появляется на поверхности и последним скрывается в пучине вод. С таким дыхалом удобно, зависнув у поверхности, дремать, чуть-чуть подгребая ластами, чтобы темя все время выступало наружу. Отверстие дыхала снабжено мощным клапаном — мясистой затычкой, предохраняющей легкие от попадания туда воды. Широкая ноздря позволяет до предела сократить время, затрачиваемое на вдох и выдох.

Дыхательную систему дополняют три пары асимметричных воздушных мешков, соединенных с носовым проходом. Они узкие, дугообразные, располагаются ярусами и похожи на три причудливые баранки, нанизанные на стержень носового прохода. Мешки окружены мышцами, и часть из них в местах соединений с носовым проходом имеет сфинктеры и внутренние пробки. Вероятно, воздушные мешки имеют непосредственное отношение к производству звуков, которые могут возникать при закрытом рте и заткнутом носе в результате перекачивания воздуха из одного мешка в другой.

Дыхательная система усатых китов проще. Пищевод не отделен от дыхательного пути. Лишь при заглатывании пищи вход в трахею временно закрывается с

помощью надглоточного хряща. Нет надчерепных воздушных мешков, зато есть гортанный. Звуки, видимо, возникают в гортани, а воздушный мешок служит резонатором.

Подводные обитатели генерируют звуки широкого диапазона частот. У рыб их частота колеблется от 20—50 герц до 20 килогерц. Щелчки морских львов содержат звуки, лежащие в диапазоне 3—13 килогерц. Зубатые киты генерируют ультразвуковые импульсы с частотой 60—90 килогерц, и, видимо, для них это не предел. Нужно думать, что обитатели морской бездны должны слышать хотя бы издаваемые ими звуки. Между тем на голове рыб напрасно искать каких-либо признаков звуковоспринимающих органов. Даже млекопитающие, переселившиеся для постоянного жительства в океан, в процессе превращения в китов утратили ушные раковины. При движении они неизбежно вызывали бы возмущение пограничного слоя воды, обтекающего тело пловца, и порождаемый этим шум заглушал бы другие звуки.

У рыб есть лишь внутреннее ухо, а среднее и даже барабанная перепонка отсутствуют. Нехватка важнейших блоков звуковоспринимающей системы привела к представлению, что слух у рыб неразвит и звуки не имеют для них значения. Лишь лет пятьдесят назад их слух был реабилитирован. Оказалось, что рыбы прекрасно слышат низкие звуки от 50 до 2000—5000 герц и активно ими интересуются.

Звук как физическое явление представляет собой регулярные колебательные движения частиц упругой среды, так сказать, волны сжатия, и в виде волн распространяется от места своего возникновения во все стороны пространства, если, конечно, для этого не возникает каких-либо препятствий. При прохождении звуковой волны в зависимости от создаваемого ею давления частицы среды смещаются вперед и назад. От уровня давления звуковых волн зависит сила звука.

При этом существенное значение имеет среда, в которой распространяются звуковые волны. Она оказывает звуковым волнам акустическое сопротивление, что приводит к снижению звукового давления. Вода, особенно морская, в 800 раз плотнее воздуха. Неудивительно, что при одном и том же исходном звуковом

давлении интенсивность звуковых волн в воде будет существенно ниже, чем в воздухе.

Скорость распространения звуковых волн не связана ни с причиной, их породившей, ни с их частотой, ни с силой звука или количеством энергии, которую несут звуковые волны. Она зависит только от особенностей среды, в которой звук распространяется. В воде он бежит в четыре с лишним раза быстрее, чем в воздухе. За секунду звук покрывает более полутора километров.

Длина звуковой волны находится в пропорциональной зависимости от скорости звука. Чем большее расстояние за единицу времени пробежит звук, тем длиннее должны быть волны. Поэтому при одинаковой частоте звуковая волна, распространяясь в воздухе, будет в 4,5 раза короче, чем в воде. Например, длина волны ультразвука с частотой 50 килогерц, то есть 50 000 колебаний в секунду, равна в воздухе 6,8, а в воде — 31 миллиметру. Чтобы животное восприняло звук, нужно вызвать колебание специальных структур его звукоприемника. Это происходит за счет энергии, переносимой от источника звука с помощью звуковых волн. Поэтому интенсивность — важнейшая характеристика звука. Человек улавливает звуки при смещении мембраны улитки всего на десятимиллиардную долю миллиметра!

Тело рыб прозрачно для звуков. Значительно хуже проводят звук отолиты внутреннего уха, твердые образования, соединенные с волосками рецепторных клеток. Поэтому именно отолиты отзываются колебаниями на приход звуковой волны и с помощью волосков возбуждают чувствительные клетки.

Отсутствие среднего уха, где происходит усиление звуков, серьезный недостаток. Он компенсируется наличием плавательного пузыря, осуществляющего функцию барабанной перепонки и с помощью 4 пар костных рычажков передающего звуковые колебания во внутреннее ухо. Плавательный пузырь, кроме того, способен трансформировать высокочастотные волны в колебания более низкой частоты. Таким образом, этот орган повышает чувствительность слухового аппарата и расширяет диапазон воспринимаемых звуков.

Рыбы, имеющие плавательный пузырь, способны воспринимать звуковые колебания частотой до 8 кило-

герц и замечают разницу между звуками, отличающимися друг от друга по частоте всего на 3 процента. Беспузырные рыбы такими талантами не обладают. Их восприятию доступны звуковые волны лишь до 2—3 килогерц, а различать их они способны лишь при 10-процентной разнице. В восприятии самых низких звуков до 500—600 герц у рыб принимают участие и другие рецепторы, о чем будет отдельный разговор.

Пространственный слух — важнейшее свойство звуковоспринимающего аппарата. Для животных важно не только, кто или что является источником звуковых волн, но и где находится возмутитель спокойствия. Это удается определить благодаря совместной работе обоих ушей.

Обычно звуковая волна сначала попадает в ухо, ближайшее к источнику звука, а немного позже добирается и до второго. Разница во времени — главный источник информации о месте возникновения звука. Диаметр человеческой головы в среднем 18, окружность 56—58 сантиметров. Если в момент подхода звуковой волны человек стоит к ней боком, звук, обегая череп, чтобы достичь противоположного уха, должен покрыть расстояние в 28 сантиметров. Один сантиметр звуковая волна проходит за 30 микросекунд. На весь путь потребуется 840. Немного, но мы замечаем и гораздо меньшую разницу. Когда источник звука находится на 3 градуса правее средней линии тела, звук до левого уха доберется с запозданием всего в 30 микросекунд. Мы способны оценить эту разницу и, оперируя ею, достаточно точно определить, откуда раздался звук.

К сожалению, таким способом можно определить местонахождение лишь низкочастотных источников звука. Слуховой аппарат высчитывает не просто разницу во времени прихода звука как такового, а разницу во времени прихода одинаковых фаз звуковой волны. Максимальное опоздание прихода звука ко второму уху может достигать 840 микросекунд. Поэтому нужно, чтобы время полного цикла звуковой волны, от одного максимума давления до другого, было больше 840 микросекунд. При более высоких звуках, имеющих более короткие волны, слуховые центры нашего мозга начинают путаться. Например, звуку с частотою 10 000 герц, идущему под углом 55 градусов, чтобы обогнуть голо-

ву, нужно 450 микросекунд. Продолжительность цикла равна 100 микросекундам. Следовательно, огибая голову, звуковая волна успеет сделать 4,5 цикла.

Однако до слуховых центров мозга информация о 4 полных циклах звуковой волны просто не дойдет. Для определения направления звука они будут оперировать разницей в 0,5 цикла и, естественно, не смогут решить, где он возник. Поэтому по времени прихода можно определить лишь местоположение источников звука с частотой до 1300 герц.

Уши наземных животных к работе под водой не приспособлены. Погрузившись в воду с головой, каждый может убедиться, что не способен определить даже местоположение источника громких звуков. В воде скорость их распространения возрастет в 4,5 раза. Соответственно в 4,5 раза сократится разница времени прихода звука в одно ухо по сравнению с другим, но слуховые центры мозга не способны сделать поправку на возросшую скорость.

Другим источником информации о местоположении звука является его интенсивность. При звуках низкой частоты длины звуковых волн несоизмеримо больше размера головы. При 100 герцах она равняется 3,3 метра. Такая волна легко огибает голову. Другое дело, если волна маленькая. У звуков с частотой 10 000 герц длина волны всего 3,3 сантиметра. Высокие звуки отражаются головой, и второе, более отдаленное ухо оказывается как бы в акустической «тени». Звук дойдет и до него, но дойдет значительно ослабленным. Если источник звука находится под углом 15 градусов, то для звука с частотой 1000 герц разница интенсивности составит 150 процентов, а при часоте 15 000 герц — 900.

Уже при частоте 3000—4000 герц разность интенсивности звуков достаточно велика и позволяет определить, откуда он доносится. В воде наземным животным этот способ не помогает. Звуковые волны, наткнувшись на голову животного, погруженную в воду, вместо того чтобы отразиться от нее, распространяются по костям черепа и прямиком добираются до внутреннего уха. Таким образом, обычные механизмы, позволяющие наземным животным устанавливать местоположение источника звука, под водой не работают.

Как же приспособились к жизни в воде морские

млекопитающие? Как они умудряются разбираться в звуках подводного мира? Китообразные в этом отношении не испытывают серьезных затруднений. Природа, тысячелетиями шлифуя и совершенствуя их слуховую систему, нашла блестящее решение. Среднее и внутреннее ухо дельфина не вмонтированы в костный череп, как у всех наземных существ. Замурованные в особое, чрезвычайно твердое костное вещество, звукоприемные устройства в виде отдельных образований, названных буллей, подвешены к черепу на специальной сухожильной связке. Для большей надежности булля отделена от остального черепа специальными полостями, заполненными воздухом или пеной из белковой эмульсии. У усатых китов-полосатиков связь черепа со слуховой костью, хотя и незначительная, сохранилась, однако специальная звукоизоляция препятствует переходу звука с черепа на буллю. Полностью независимые друг от друга звукоприемники правого и левого уха превосходно приспособлены для определения местоположения источника звука. Дельфины афалины в огромном бассейне способны по всплеску безошибочно определить, куда упала рыбка, крохотная дробинка или просто капля воды. Особая конструкция органов восприятия звуков морских млекопитающих свидетельствует об огромном значении для них слуха.

АКУСТИЧЕСКИЙ ПРОЖЕКТОР

Морские млекопитающие, во всяком случае киты и некоторые виды котиков, освоили эхогидролокацию. Об этом уже столько писали, что здесь я позволю себе ограничиться коротким рассказом.

Выгоды гидроэхолокации объясняются высокой проникающей способностью звуковых волн. Впрочем, это свойство накладывает на использование подводных сонаров известные ограничения. Чтобы дать оценку проникающей способности звуков, напомню, что солнечный луч можно задержать листком бумаги. Самый тонкий лист металла и даже мелкая металлическая сетка задержат радиоволны. Для тепловых лучей они не станут непреодолимой преградой. Чтобы задержать рентгеновские лучи, нужна свинцовая пластинка, хотя и не очень толстая. Полностью задержать поток нейтрино —

особых элементарных частиц, возникающих при бета-распаде атомных ядер или нестабильных элементарных частиц вроде пи-мезонов, можно, лишь имея свинцовую «пластинку» толщиной около 10 триллионов километров!

Звуковые волны на этой шкале следует поместить не то чтобы посредине, но, во всяком случае, между рентгеновскими лучами и потоками нейтрино. Их широкое использование для активной локации основано, с одной стороны, на способности проходить сквозь самые различные вещества, а с другой, отражаться от поверхностей, являющихся границами двух сред. Это позволяет дельфинам получать информацию не только об обращенной к ним стороне лоцируемых объектов, но и о противоположной, невидимой глазом стороне, а заодно и об их внутренней структуре. Прозрачность для звуковых волн различных материалов, особенно если она близка к прозрачности воды, может явиться серьезным осложнением эффективной локации. В этом случае на границе двух сред: вода — лоцируемый объект отражение звуковых волн будет незначительным и объект окажется невидимым.

Тело рыб хорошо проводит звуковые волны и дает незначительное эхо. Расчеты позволяют предположить, что ставридку длиной в 12—15 сантиметров, если она повернута боком к дельфину, животные способны обнаружить за 12—15 метров. Мертвая рыба «видна» хуже. Живую выдает наполненный воздухом плавательный пузырь. Он лучше всего «виден» дельфину, хотя и находится внутри. Как дельфины обнаруживают рыбьи стаи, пока неизвестно, но расчеты показывают, что если локационный импульс упирается в тела четырех тысяч ставридок, то стая рыб становится заметной за 100 метров.

По тем же расчетам, дельфины могут находить друг друга с помощью эхолокатора за 100—130 метров. При этом им сильно помогают наполненные воздухом легкие, так как остальные части тела дают гораздо менее интенсивное эхо. Видимо, друг друга дельфины «видят» как на рентгенограмме: на фоне общих очертаний слабо просвечивают контуры костного скелета, сердце, печень, другие органы, а в центре яркое пятно легких.

Как известно, сущность эхолокации состоит в том, что активно генерируемые животным звуковые посылки, направленно распространяясь в пространстве, натыкаются на различные препятствия и, отразившись от них, эхом возвращаются к владельцу излучателя, доставляя информацию. В принципе для эхолокации годятся любые звуки, но получать детальную информацию об окружающем мире можно лишь с помощью коротких звуковых волн. Длинноволновые звуки порождаются излучателями, размер которых существенно меньше размера генерируемых ими звуковых волн. В этом случае звуковые волны разбегаются от излучателя во все стороны.

Иное дело ультразвуки. Гораздо чаще габариты их излучателей значительно больше длины волны излучаемого звука. Такой излучатель порождает плоские волны. Они распространяются в направлении, перпендикулярном плоскости излучателя. Возникает звуковой луч — узкий пучок звуковых волн. Он позволяет сконцентрировать всю энергию звука на нужном направлении, послать звуковую посылку дальше и получить с ее помощью более громкое эхо. Интенсивность звука резко возрастает по мере увеличения частоты колебаний. Генерировать ультразвуки, обладающие высокими энергиями, проще, чем слышимые звуки такой же силы. Поэтому при эхолокации выгодно использовать ультразвук.

Но ультразвук очень быстро затухает. Чем выше частота, тем быстрее идет поглощение. При увеличении частоты в 10 раз, затухание будет происходить в 100 раз быстрее, а следовательно, резко сократится расстояние, на которое он распространится. И все-таки применять ультразвук выгоднее, чем более низкие звуки. Распространяясь во все стороны, они рассеиваются в пространстве, и их интенсивность тоже быстро падает.

Зубатые китообразные для эхолокации пользуются звуковым прожектором. Наружный носовой проход и примыкающие к нему воздушные мешки, где, по-видимому, и происходит генерация звуковых посылок, снизу ограничены костями нижней челюсти, а сзади — вогнутой чашей лобных костей черепа. Видимо, костный лоб служит рефлектором, позволяющим направлять звуки вперед. Здесь на пути звуков оказывается своеоб-

разное образование — жировая подушка. Есть веские основания считать ее акустической линзой, фокусирующей звуковые лучи в узкий пучок.

При прохождении звуковых волн через разные участки жирового вещества их скорость меняется. Благодаря этому чечевицеобразная линза, видимо, способна преобразовывать сферический фронт звуковой волны в плоский или даже вогнутый. В результате звуки распространяются узким лучом и вследствие фокусировки усиливаются. Ученые предполагают, что дельфины способны изменять форму линзы, подстраиваясь к разной температуре, солености и давлению, иными словами, к глубине погружения.

Звуковой прожектор, «освещая» дельфину дорогу, позволяет увидеть любой предмет еще загодя. Мутная вода не страшна. Она для звуков прозрачна. Когда внезапно налетает шквал и море вблизи берегов взмучивается от поднятого со дна ила, лобный фонарь помогает избегать опасности. Он выручает дельфинов в кромешную тьму осенней ненастной ночи. Представьте себе, как большое дельфинье стадо идет по ночному морю, обшаривая его десятками прожекторов. Звуковые лучи то меркнут, то вспыхивают с новой силой, устремляются вперед или вдруг все вместе скрещиваются на заинтересовавшем животных предмете.

Для эхолокации дельфины особенно охотно используют звуковые посылки, где наиболее важной частью служат звуковые волны с частотой 60—90 килогерц. Их длительность ничтожна — 25 микросекунд. Проводя рекогносцировку окружающего пространства, дельфинам приходится следить за судьбой каждой локационной посылки, а это задача не из легких. Локационный импульс, наткнувшийся на подводный объект и отразившийся от него, так изменяется, что самому творцу импульса не мудрено и ошибиться. Между тем именно изменения локационных посылок и рассказывают дельфину обо всем, что творится в мире.

Вероятно, эха одной локационной посылки недостаточно, чтобы разобраться в создавшейся ситуации, и животные накапливают в памяти последовательно поступающие эхосигналы, чтобы, сравнив их, сделать окончательный вывод. В сложной обстановке для быстрого сбора информации имеет смысл увеличить скорость

генерации локационных посылок. Однако существуют ограничения. Прежде чем послать очередную локационную посылку, дельфин непременно должен прослушать эхо от предыдущей. Животным выгодно получать информацию с помощью десятков, а то и сотен очень похожих друг на друга зондирующих импульсов, чтобы иметь возможность разобраться, что в эхо зависит от особенностей отразившего звук предмета, а что от наличия помех.

Испробовав несколько типов эхолокационных посылок, дельфины способны выбрать такие, которые позволят собрать о заинтересовавшем объекте максимум информации. С помощью локационных импульсов шифруются вопросы, задаваемые окружающему пространству. Они возвращаются к дельфину, обогащенные информацией об окружающем мире.

Ученых давно интересует, что помогает дельфину делать выводы об особенностях подводных объектов. Для быстро передвигающихся животных важно точно локализовать объект, оказавшийся на их пути, в том числе определить расстояние до него. Для этого необходимо с высокой точностью измерить время, прошедшее от момента генерации локационной посылки до возвращения эха, отразившегося от исследуемого объекта. Зная скорость распространения звука, нетрудно высчитать, какой путь проделала звуковая посылка. Половина этой величины будет соответствовать расстоянию до объекта. Дельфины пользуются уникальным секундомером, позволяющим измерять время чуть ли не миллионными долями секунды. Когда преследуемая дельфином рыба находится от его морды на расстоянии 30 сантиметров, эхо локационной посылки возвратится к нему примерно через 0,00004 секунды.

С помощью эхолокации дельфины способны определять форму лоцируемых объектов, отличить шар от цилиндра или конуса, сопоставимых с ним по размеру. В экспериментах используют именно эти тела. Подвешенные на тонкой нитке, они выглядят одинаково, с какой бы стороны их ни лоцировали дельфины. Животные способны различать плоские геометрические фигуры: квадраты от треугольников, кругов и различных четырехугольников, равных по площади и изготовленных из материалов, хорошо отражающих звуковые вол-

ны. Локатор дельфинов вполне пригоден для оценки размера плоских фигур. Два круга с диаметром 10 и 9 сантиметров животные отличают без большого труда и способны заметить, что в них есть дырки. Правда, обнаружить самые маленькие отверстия (площадью в 1 квадратный сантиметр) они не в состоянии, зато квадратная дырка площадью 86 квадратных сантиметров в пластине площадью 100 квадратных сантиметров не мешала им считать эту фигуру квадратом, хотя, по существу, она представляла собою квадратную 4-миллиметровую рамку.

Оценивая величину и форму предметов, отличая сплошные плоскости от дырявых, дельфины учитывают интенсивность эха. Крупный объект более полно отразит локационную посылку, эхо от него будет более интенсивным, чем от мелкого. Дельфины способны замечать разницу в интенсивности эха, если она достигает 10 процентов. Кроме того, «выстукивая» объект локационными посылками, животные нащупывают его границы и способны составить представление о контуре предмета. Точно так же, выстукивая каменные стены косточкой указательного пальца, мы можем обнаружить пустоты, оценить размер и составить представление об их форме.

Еще удивительнее способность дельфинов с помощью эхолокатора за 10—30 метров узнавать, из какого материала состоит заинтересовавший их предмет. Впрочем, ничего необычного в этом нет. Стукнув пару раз по стенке все тем же указательным пальцем, нетрудно определить, в каменном мы или в деревянном доме. Акустический способ оценки качества материала позволяет любому дилетанту отличить по звону бокалы из простого стекла от хрустальных, то есть путем оценки излучаемых ими звуковых волн. Аналогичными критериями пользуются дельфины. Любая локационная посылка, встретившая на своем пути препятствие, возвращается к ним в виде двойного эха. Его первая порция — истинное эхо, отражение от шара локационной посылки. Вторая часть создается собственными колебаниями лоцируемого предмета. Их характер зависит главным образом от материала данного объекта. Именно вторая часть эха и дает возможность узнать, из чего он сделан.

При оценке второй половины эха животные пользуются несколькими критериями. Вторичное эхо от маленьких стальных и дюралевых шаров диаметром 10 миллиметров содержит по одной осцилляции (одному колебанию), а от шаров диаметром 50 миллиметров — по 8, и, естественно, дельфины из различить не могут. Зато когда животным приходится сравнивать два стальных шара, большой и маленький, они их не путают, так как могут пользоваться двумя показателями: силой эха и количеством осцилляций в его вторичной части. Шары из свинца, латуни, эбонита и оргстекла дают во вторичном эхе от 2 до 20 осцилляций. Это позволяет животным уверенно их различать. Крупные свинцовые шары дают до 70 осцилляций. Отличать их от таких же шаров из другого материала дельфинам нетрудно, но определить величину шара с помощью анализа вторичного эха они не могут, так как с увеличением размера свинцовых шаров количество осцилляций растет очень медленно, а заметить разницу между 70 и 73 осцилляциями они не в состоянии. Живя в океане, дельфины не сталкиваются с необходимостью отличить сталь от латуни или оргстекла, но это не значит, что анализ вторичного эха является для них совершенно новым способом познания внешнего мира.

Ученым пока не удалось вникнуть в интимные стороны восприятия дельфинов. Ясно, что сходство с человеческим невелико. Ведь даже в восприятии двух различных людей может быть мало общего. Блейк так проиллюстрировал эту мысль: «Когда дурак и умный смотрят на одно и то же дерево, дураку оно кажется совсем иным, чем умному». Этой сентенцией, видимо, можно было бы закончить рассказ о значении слуха. Однако нельзя не рассказать об акустических сигналах, используемых подданными Посейдона для взаимной коммуникации.

ПОГОВОРИМ ПО ДУШАМ

Трудно сказать, какими звуками предпочитают пользоваться морские млекопитающие при взаимном общении друг с другом. Ультразвуки можно применять только накоротке, так как они быстро затухают. Зато такие сигналы обладают целым рядом важных преимуществ. Главное состоит в том, что животным нетрудно излу-

чать ультразвуковые коммуникационные сигналы, обладающие высокими энергиями, следовательно, хорошо слышные тем, для кого предназначены. Другое дело, низкочастотные звуки. Наличие акустического канала, который, нигде не прерываясь, охватывает все океаны, позволяет создать систему дальней подводной связи. Ее недостаток в том, что связь эта не позволяет осуществлять быстрый обмен информацией. Звуки распространяются слишком медленно, и, чтобы преодолеть большое расстояние, им требуются десятки минут или даже часы.

В человеческой практике звуковой канал используется при аварийном оповещении. С помощью трех одновременно работающих акустических станций слежения можно установить местоположение в океане любого источника сильных звуков. Такие станции были созданы еще в период второй мировой войны. Самолеты военно-морской авиации США, ведущие боевые действия на обширных пространствах Тихого и Индийского океанов, были снабжены небольшими бомбами, которые, погружаясь в воду при гибели самолета, взрывались на определенной глубине, соответствующей уровню залегания звукового канала. Это позволило американцам спасти немало летчиков, чьи самолеты были сбиты над океаном.

Звуки крупных китов обладают достаточной «громкостью» и распространяются на значительные расстояния. Это подтвердила система акустического слежения. Пока прямых доказательств зоологи не имеют, но можно не сомневаться, что киты используют звуковой канал для взаимного общения.

Для исследователей представляет большой интерес не только то, как общаются животные, но и какой информацией обмениваются. Систему коммуникационных сигналов, используемых четвероногими и пернатыми существами, принято называть языком животных. Ученым совершенно ясно, что язык животных — это далеко не человеческая речь, но само слово «язык» завораживает. Людям одиноко на нашей маленькой планете и хочется найти компаньонов по разуму. Близкое знакомство с подданными Посейдона дало основание предполагать, что среди них можно встретить подобных интеллектуалов!

Свыше трех десятилетий назад американский нейрофизиолог и психиатр Дж. Лилли впервые непосредственно столкнулся с дельфинами и был очарован этими удивительными существами. На него глубокое впечатление произвели размер их мозга, близкий к человеческому, и разнообразие издаваемых дельфинами звуков. Понаблюдав за ними вволю и наслушавшись всевозможных «правдивых» историй, Лилли пришел к выводу, что дельфины по меньшей мере так же умны, как люди, или даже значительно умнее нас. А раз так, решил ученый, значит, у них тоже должен быть язык не хуже нашего и скорее всего — звуковой. Учитывая некоторую склонность дельфинов к звукоподражанию, Лилли предположил, что «интеллигенты моря» в качестве иностранного языка вполне могут овладеть английским.

С этого момента Лилли стал усиленно пропагандировать идею поиска братьев по разуму. В 1961 году он опубликовал книгу «Человек и дельфин». Предпосланное ей предисловие начиналось словами: «В течение ближайших 10—20 лет человечество наладит связь с представителями других биологических видов, то есть не с людьми, а с какими-то другими существами, возможно, не наземными, скорее всего морскими, но наверняка обладающими высоким уровнем умственного развития или даже интеллектом».

Книга Дж. Лилли написана так, что она не могла не вызвать сенсации. Можно подумать, что шумиха ему понадобилась лишь для того, чтобы легче было добиться субсидий из разных фондов. Действительно, деньги полились к Лилли рекой, и благодаря щедрым субсидиям он организовал в Коконат Гроув и на острове Сент-Томас (Виргинские острова) Институт исследования общений. Однако коллеги ученого утверждают, что дело не в деньгах. Лилли якобы искренне верил в осуществимость своих идей.

Представления Лилли об умственных способностях дельфинов были настолько наивны и в научном отношении бесплодны, что возглавляемое им учреждение продержалось очень недолго. Лаборатория под открытым небом на Сент-Томасе перестала существовать уже в 1966 году, а через два года закрылся и Институт исследования общений. Видимо, крах научных доктрин так потряс ученого, что он не только перестал бывать на

конференциях и симпозиумах, посвященных дельфинам, но даже прекратил общение со своими бывшими сотрудниками.

В Институте исследования общений занимались расшифровкой языка дельфинов и учили их говорить по-английски. Оба направления не дали заметных результатов, хотя сам Лилли считал, что некоторые ученики добились значительных успехов. В многочисленных статьях и книгах Дж. Лилли поведал миру, что дельфины в лаборатории на острове Сент-Томас подражали человеческой речи и другим звукам. Самым сенсационным было заявление дельфина Лиззи, сделанное ею за несколько часов до смерти. В конце рабочего дня, когда усталые исследователи торопились закончить эксперимент, вмешавшись в человеческий разговор, Лиззи выкрикнула: «This is a trick» («Нас обманули»). Впрочем, Дж. Лилли допускает, что это было недостаточно точное воспроизведение фразы: «It's six o'clock» («Уже шесть часов»).

Реплику Лиззи зафиксировал магнитофон, однако мы, видимо, так никогда и не узнаем, что имела в виду юная представительница дельфиньего племени. Как объясняет Дж. Лилли, слова, произносимые дельфином, трудно понять из-за специфического дельфиньего «акцента». Дж. Лилли признается, что даже среди его сотрудников, постоянно общавшихся с теми же животными и, видимо, достаточно хорошо освоивших дельфиний «акцент», далеко не все разделяют его уверенность в том, что в издаваемых дельфинами звуках есть элемент звукоподражания. Судите сами, насколько велика достоверность результатов эксперимента.

Известно, что попугаи хорошо осваивают человеческий язык, когда заниматься с ними начинают еще в птенцовом возрасте. Дж. Лилли решил аналогичным образом поступить с дельфинами. Он поселил в просторный крытый бассейн дельфина по кличке Питер и воспитательницу Маргарет Хад. Ученик и учительница провели в заточении несколько месяцев, ни на минуту не расставаясь.

В этом опыте человек и дельфин ежедневно имели 18 часов речевого общения. Маргарет систематически давала Питеру уроки английского языка. Однако говорить дельфин не стал, хотя уроки доставляли ему яв-

ное удовольствие. За два с половиной месяца он не научился использовать речь для активной сигнализации, да и повторить мог всего два слова: hallo (алло — начало всех телефонных разговоров Маргарет, сигнализирующих о перерывах в играх и уроках) и ball (мяч — любимая игрушка дельфина).

Главная идея Дж. Лилли — научить дельфинов языку людей — потерпела фиаско. Над разрешением второй работают во многих лабораториях мира, пытаясь найти и расшифровать собственный язык дельфинов.

Прежде чем начать подобное исследование, необходимо было решить, каким должен быть дельфиний язык. Логичнее всего допустить, что он звуковой, — слишком разнообразны издаваемые дельфинами звуки, велика звуковая активность и достаточно остер слух.

Одним из подходов к изучению языка дельфинов стал тщательный анализ производимых ими звуков. Главным образом изучались свисты. Они оказались не так разнообразны, как того ожидали, и исследователи сочли, что их совершенно недостаточно для «обсуждения» важнейших проблем, которые неизбежно должны возникать перед такими умными животными. Однако это не обескуражило исследователей. Твердо уверовав, что по своему развитию язык дельфинов сопоставим с человеческим, они предположили, что животные из отдельных звуков комбинируют сложные сигналы, как в нашем языке из отдельных звуков складываются фонемы, а из фонем слова.

В одном из подобных исследований, также проведенном в США, было проанализировано две тысячи свистов. Их удалось систематизировать. Оказалось, что они могут быть отнесены к 59 типам. Более обстоятельные исследования советских ученых показали, что в «алфавите» дельфинов 7 исходных сигналов-букв, из которых формируется 31 элемент более сложного состава — «фонемы» дельфиньей речи. Еще более сложные сигналы, или «слова», как их условно назвали исследователи, обычно строятся из 2—5 фонем, хотя встречаются и значительно более длинные, 24-фонемные гиганты. Исследование не давало возможности высказать предположения о смысле дельфиньих разговоров.

Другой подход к изучению языка заключался в ана-

лизе особенностей общения дельфинов. Одно из таких исследований принадлежит американскому исследователю Дж. Дрееру, сотруднику авиастроительной фирмы «Локхид». Исследователь из обычных звуков, издаваемых дельфинами, отобрал шесть наиболее типичных свистов, а затем дал прослушать группе из шести дельфинов и записал их ответные реакции.

Исследование не дало, да и не могло дать каких-нибудь ощутимых результатов. Один и тот же свист в разное время вызывал различный ответ. Почему — об этом можно только догадываться. Высказать по этому поводу какие-либо соображения невозможно. Исследователю даже не пришло в голову изучить ответы каждого из шести дельфинов в отдельности. А ведь животные не автоматы: реакции самцов могли отличаться от реакций самок, ответы юных дельфинов — от «высказываний» представителей старшего поколения, занимающих в стае лидирующее положение.

Исследование американских ученых Т. Ланга и Дж. Смита лишено этого недостатка. Двух молодых дельфинов, самца Даша и самку Доррис, хорошо знакомых друг другу, посадили в разные бассейны, связанные гидротелефоном. Когда телефон включали, дельфины могли между собой переговариваться, а исследователи записывать их разговоры. Последующий анализ записей показал, что для переклички использовались шесть типов свистов от А до Е. Когда гидротелефон был выключен, животные становились менее разговорчивыми. Они подолгу молчали, а если и генерировали звуки, то использовали всего три типа свистов — А, Б и Г. Самка оказалась более «разговорчивой», чем самец. Диалог обычно начинала она.

Анализ диалогов позволил заметить несколько закономерностей. Во-первых, дельфины очень любят повторять свои высказывания по 5—10 раз подряд. Во-вторых, собеседники стремятся копировать реплики друг друга. Наконец, реплика Г почти всегда вызывает в ответ Б, причем свист Б издает только самка, а реплику Г генерирует лишь самец. Видимо, Б и Г — имена дельфинов или, во всяком случае, призыв, обращенный друг к другу. Свист А скорее всего приглашение к диалогу, а Е наверняка какое-то сообщение, так как он производился только в то время, когда работал телефон. В оди-

ночестве дельфины его не издавали. Опыт интересен, но и он мало что дал. Ясно, какими сигналами обмениваются дельфины, но содержится ли в них какая-то определенная информация, выяснить не удалось.

В настоящее время проведено много исследований по изучению языка дельфинов, но воз и ныне там. Они не пролили свет на способность дельфинов обмениваться информацией. Впервые исследование, которое могло бы ответить на этот вопрос, выполнил американский психолог, специалист в области психолингвистики Дж. Бастиан. Он поместил своих дельфинов в круглый бассейн, разгороженный сетью на два отсека. В каждом из них находилась автоматическая кормушка и два рычага, при правильном нажатии на которые обе кормушки одновременно выдавали по рыбке. Кроме того, в отсеке самца находилась стартовая лампа. Когда зажигался свет, это означало, что надо начать опыт. В отсеке самки, кроме стартовой лампы, находилась вторая, сигнальная. Если она загоралась обычным ровным светом, нужно было нажимать на левый рычаг, а когда мигала — на правый.

Убедившись, что дельфины научились правильно реагировать на сигналы, из отсека самки рычаги убрали, а сеть заменили брезентовой перегородкой. Теперь самка могла получить рыбку только тогда, когда самец правильно нажимал на рычаги, но он без ее помощи решить эту задачу не мог, так как брезент не позволял видеть сигнальную лампу. На некоторое время реакции самца потеряли прежнюю точность, но постепенно дело наладилось, и в 90 процентах случаев задача решалась правильно. Бастиан имел все основания утверждать, что самец получал указания от самки, а следовательно, дельфины действительно имеют собственный язык и он у них звуковой, ведь у животных не было другой возможности обмениваться информацией, кроме использования звуков.

Ученые — народ недоверчивый. Бастиан несколько раз изменял условия опытов, чтобы исключить ошибку. Брезент был заменен звуконепроницаемой перегородкой. Теперь самец не мог получать указаний от самки, а без ее помощи ему редко удавалось догадаться, какой рычаг следует нажать, чтобы получить рыбку.

Опыты повторили после годового перерыва и убе-

дились, что дельфины не забыли, как следует себя вести, чтобы иметь внеочередной завтрак. Затем изменили условия опыта. Теперь, когда сигнальная лампа мигала, нужно было нажимать на левый рычаг, а когда просто загоралась — на правый. Дельфины быстро разобрались в новом задании, и все пошло как по маслу.

В то время когда Бастиан начинал свои опыты, все специалисты по дельфинам были уверены, что в основе их языка лежат свисты. Во время экспериментов все звуковые реакции дельфинов фиксировались на магнитную пленку, однако изучение свистов не обнаружило никакой закономерности. Ничто не подтверждало, что животные используют их для обмена информацией. Пришлось скрупулезно проанализировать 18 километров магнитной пленки. Оказалось, что, когда сигнальная лампа мигала, самка молчала, но если лампа загоралась непрерывным светом, она издавала короткую серию эхолокационных щелчков. После изменения условий опыта изменились и звуковые реакции самки. Теперь, как только лампа зажигалась, самка тотчас генерировала длинную серию локационных сигналов, а когда лампа мигала, она после непродолжительной паузы издавала короткую серию не очень частых щелчков.

Эти эксперименты дали повод для сенсационных публикаций в журналах и газетах и приковали к себе внимание прессы. Бастиан гораздо скромнее оценивал результаты своих опытов. Он заявил, что они не дают оснований утверждать, что дельфины обладают развитым языком, так как не было установлено, издавала ли самка свои сигналы произвольно, вкладывала ли в них какой-то определенный смысл или это были обычные эмоциональные реакции, которыми самец научился пользоваться.

Не только разгадать язык дельфинов — просто убедиться в его существовании оказалось труднее, чем расшифровать египетские иероглифы. Многие ученые, не надеясь добиться успеха, решили последовать примеру Дж. Лилли и обучить дельфинов новому языку, но не английскому, а специально для этого созданному, который животным легче освоить и которым нетрудно пользоваться людям.

Впервые опыт с искусственным языком организовал профессор машиностроения Д. Батто из университета

Тафта. Он сконструировал прибор, преобразующий звуки человеческой речи в свисты, и транслировал их в бассейн к дельфинам. Были придуманы специальные слова, не слишком длинные, чтобы их было легче воспринимать, и, как правило, начинающиеся и кончающиеся согласными. Обучение шло медленно, но в результате два дельфина научились выполнять 15 команд такого характера: «Толкни ластом мяч», «Подними хвост», «Проплыви сквозь обруч», «Кувыркнись», «Издай локационный щелчок» и т. д. Во время эксперимента все звуки, издаваемые дельфинами, записывались.

Когда обучение животных достаточно продвинулось, их обучили команде «повтори» (повтори только что прослушанное слово). Эксперименты не довели до конца. Может быть, позже дельфины и заговорили бы, хотя их не учили практически ничему, с чем им имело бы смысл обратиться к человеку. Впрочем, хорошо, что до этого дело не дошло. Ученые, конечно, могли выполнить некоторые «просьбы» дельфинов, вроде: «Толкни ластом мяч», но, вероятно, были бы в затруднительном положении, если бы им предложили ударить хвостом по воде.

Эксперимент Батто подтвердил умение дельфинов ориентироваться в достаточно сложной обстановке. Во время опыта на них обрушивался целый каскад команд. Сначала называлась кличка дельфина, затем следовала стандартная команда «вперед», после чего давался приказ на выполнение одного из 15 заданий и подтверждался распоряжением «выполняй». Если приказ был выполнен правильно, следовала оценка «хорошо» и животное награждалось рыбкой. В случае ошибки дельфина стыдили — «плохо» и рыбешки, естественно, не давали.

В других экспериментах в качестве слов языка, которому пытались обучить дельфинов, использовали случайные звуки. Ими обозначали обычные для животных предметы и действия. За четыре месяца дельфин запомнил названия трех предметов и обучился выполнять три действия. В дальнейшем дельфин должен был выполнять команды, составленные из двух слов — действия и названия предмета, на который направлено действие. Из заученного дельфином набора слов можно

было составить девять предложений. Задача для животного оказалась посильной.

В экспериментах, осуществленных на других группах дельфинов, словарный запас звуковых команд или сигналов, подаваемых жестами, удалось довести до 25 и научить животных выполнять 45 двусловных распоряжений. Дельфины оказались способны понять команды из трех слов, но это давалось им с трудом. Только половина таких команд выполнялась правильно.

Эксперименты с искусственным языком были направлены на выявление возможности его пассивного усвоения, способности понимать язык, но не говорить на нем. Лишь много позже сделали попытку научить дельфинов активно пользоваться заученными сигналами. Как и в предыдущем случае, использовали язык звуков и жестов. Дельфины научились с помощью «жестов» просить рыбу, игрушку или чтобы их погладили. Это немного! Любая со средними способностями собака без нашего специального обучения сама «придумывает» несложный набор коммуникационных сигналов для общения с нами. Она будет лаять у двери, когда ей нужно на улицу, греметь пустой миской, если почувствует жажду, и принесет игрушку, чтобы с ней поиграли.

Невелики успехи и в области изучения дельфиньего языка. Лишь зоологи и зоопсихологи добились ощутимых результатов. Они обнаружили сигнал бедствия и сигнал для выражения протеста в виде особого свиста, напоминающего пронзительный скрип, когда животному что-то очень не нравится. Резкий щелчок — предупреждение об опасности. Тявканье издается во время брачных игр. Хлопок челюстями означает угрозу. Серии громких, быстро генерируемых свистов используются при общении матери с детенышем или между членами семейной группы. С их помощью потерявшийся малыш зовет мать, а отставший от стаи дельфин просит его подождать.

Зоопсихологи подтвердили предположение, что каждое животное имеет собственный опознавательный сигнал. Когда дельфина отсаживают в отдельный бассейн, он начинает беспрерывно генерировать сигнал, пытаясь сообщить членам стаи, где его искать. Иногда животные генерируют чужие позывные. Что это значит, пока неясно. Может быть, звери, как попугаи, передразни-

вают друг друга, однако не исключено, что это приглашение пообщаться, адресованное вполне определенному члену стаи.

Мы видели, что в опытах Бастиана дельфины обменивались информацией с помощью серий эхолокационных щелчков. Трудно судить, случайно ли это или Бастиану удалось обнаружить важную закономерность. Ясно одно, что при общении животных эхолокационные щелчки имеют большое значение. На это в последние годы обращают внимание многие видные отечественные и зарубежные зоопсихологи. Усилия, нередко титанические, не дали положительного результата. Пока никому не удалось расшифровать сложные сигналы дельфинов, отождествляемые со словами их языка, и составить словарь.

Неразрешимые трудности в изучении речи дельфинов не вызывают у меня недоумения. Наблюдения за этими удивительными животными и целый ряд исследований дают мне основание утверждать, что подобного языка просто не существует. Это не значит, что китообразные лишены возможности широкого обмена информацией. Эхолокация — активный способ анализа окружающей среды. Она создает предпосылки для возникновения особой системы коммуникации, недоступной другим животным. Владея в совершенстве своим звукогенератором и имея склонность к звукоподражанию, хотя и не в такой степени, как считает Лилли, дельфины имеют возможность пользоваться имитацией эха, чтобы сообщать своим сородичам новости. Замечено, например, что дельфины азовки постоянно применяют для общения сигналы, напоминающие локационные посылки.

Использование для передачи информации копии эха может сделать общение очень полным и всеобъемлющим. Локационная посылка, вернувшись к дельфину слабым эхом, содержит достаточно полную, всестороннюю информацию об отразившем ее предмете. Почему бы теперь дельфину не повторить этот эхосигнал, но уже громко, чтобы слышало все стадо. Такой способ передачи информации должен сочетаться с врожденными коммуникационными сигналами.

Предположим, один из членов стаи обнаружил сети. Он подает свистовой сигнал тревоги и одновременно

генерирует копию локационной посылки, которая отразилась от сетей и принесла о них весть. Теперь члены стада будут не только предупреждены о возникшей опасности, но и информированы, в чем она заключается. Дельфин-разведчик, обнаруживший косяк ставриды, может дать сигнал, приглашающий товарищей по стаду начать охоту, и воспроизвести копию эха, полученную при зондировании скопления рыб. Стадо будет иметь возможность самостоятельно решить вопрос, перспективное ли это дело, получив из уст разведчика информацию о размере косяка и о том, какие там рыбы.



ВАТЕРЛИНИЯ

Если приглядеться к любой рыбе, нетрудно заметить на ее боках линию, начинающуюся от самых жаберных крышек приблизительно на уровне глаза и кончающуюся у основания хвостового плавника. У одних рыб она бывает ярко окрашена и сразу бросается в глаза, у других менее заметна, но можете быть уверены, она непременный атрибут рыбьих аксессуаров. Прочерк на рыбьем боку, напоминающий ватерлинию, — это место расположения рецепторов, предназначенных для восприятия движения воды и колебаний ее давления. Ими обладают только истинно водные представители хордовых: миноги, рыбы и наиболее примитивные амфибии. Совокупность рецепторов, размещенных вдоль ватерлинии, называют органами боковой линии.

У древних водных животных боковую линию образовывали своеобразные рецепторные клетки, снабженные чувствительными волосками. Они находились в поверхностных слоях кожи, располагаясь здесь правильными рядами, а их волоски выступали наружу. До сих пор аналогичную организацию органов боковой линии сохранили миноги и некоторые костистые рыбы, вроде всем известной корюшки. У химер и низших акул чувствительные волосковые клетки залегают в желобке, а у подавляющего большинства современных рыб собраны в почкообразные группы и спрятаны в трубки, соединенные с окружающей средой короткими мини-колодцами. Тела чувствительных клеток вмонтированы в стенки заполненных слизью труб, а в их просвет выступают лишь волоски. У рыб каналы, в которых помещаются датчики, расположены не только на боках, но заходят даже на голову, распадаясь здесь на надглазничные и подглазничные, на каналы нижней челюсти и жаберных крышек.

Любые рецепторные клетки, для сбора какой бы информации они ни предназначались и кому бы из животных ни принадлежали, построены по единому типовому проекту и отличаются лишь незначительными конструктивными особенностями, помогающими выполнять специфические обязанности. Рецептор представляет собою клетку с одним или несколькими подвижными жгутиками. Они служат воспринимающими элементами и

называются антеннами. Непрерывное движение жгутиков способствует созданию наиболее благоприятных условий их взаимодействия с тем видом энергии, для восприятия которой они предназначены.

Рецепторные клетки органов боковой линии имеют одну антенну и пучок неподвижных волосков. Антенна не входит в состав пучка, а всегда расположена где-нибудь сбоку. Рецепторная клетка реагирует на движение слизи в канале только в том случае, если оно направлено от пучка неподвижных волосков в сторону антенны. Тогда под напором слизи антенна сгибается, вызывая возбуждение рецепторной клетки, о чем та шлет информацию в мозг. А если слизь движется в противоположную сторону, антенна упирается в пучок волосков, и клетка затормаживается.

Органы боковой линии являются рецепторами дистантного осязания. Они помогают рыбам ориентироваться в характере течений и обнаруживать движущиеся объекты. Любое существо, передвигающееся вблизи рыбы, вызывает хотя бы небольшое движение воды и тем самым выдает свое присутствие. Рыбаки неоднократно вылавливали хищных рыб, полностью лишенных зрения. К всеобщему удивлению, они оказывались хорошо упитанными, ничем не отличаясь от своих зрячих сородичей. Наблюдения в аквариуме за слепыми щуками показали, что хищницы великолепно чувствуют приближение мелких рыб, и хватают их почти без промаха, а на мертвых неподвижных рыб не обращают никакого внимания. Другое дело, если приманку подвигать. Они обнаруживают любой движущийся объект и с одинаковым проворством кидаются на карандаш, чайную ложку или руку экспериментатора. Когда с помощью трубочки в щуку под водой направляли струйку воды, рыба вхолостую щелкала челюстями. Чувствительность боковой линии феноменальна, рыбы замечают движение стеклянного волоска толщиною 0,25 миллиметра.

Информация органов боковой линии помогает рыбам поддерживать взаимный контакт. Особенно важна она в брачный период, чтобы синхронизировать поведение половых партнеров. Оболочки икринок у многих рыб под воздействием воды всего за 20—40 секунд становятся непроницаемыми для сперматозоида. Чтобы течение не успело унести облачко сперматозоидов, и за

отпущенные природой мгновения произошло оплодотворение икринки, действия самцов и самок должны быть строго согласованными. Обмен информацией ведется на языке водяных струй. Самцы, ухаживая за самками, усиленно бьют хвостом, подавая сигнал к началу икрометания. Команды самца нетрудно имитировать. Двигая стеклянной палочкой около хвоста колюшки, можно заставить созревшую самку откладывать икру.

Рыбы широко пользуются дистанционным осязанием.

Оно для них важнее, чем зрение. Заядлые рыбаки знают, что при ловле щук не имеет большого значения, как выглядит блесна: достаточно, чтобы она просто поблескивала в воде. Гораздо важнее, как она движется и вибрирует. Дистанционное осязание одинаково необходимо и для хищных рыб, и для вегетарианцев. Первым оно сообщает о приближении добычи, вторых предупреждает об опасности.

Обнаружение подвижных предметов — это пассивная локация. Рыбы владеют и активной локацией. Ученые заметили, что слепые караси способны обнаруживать неподвижные предметы. В аквариуме они ведут себя более осмотрительно, чем зрячие рыбы, и не натыкаются на его прозрачные стенки, не сталкиваются с подводными камнями, корягами, отлично чувствуют, где находится дно и где вода переходит в воздушную среду.

Активная локация основывается на том, что при движении в воде любой предмет вызывает волнообразные колебания. Волны давления, распространяясь впереди плывущей рыбы, обгоняют ее. Они первыми докатываются до встречных предметов, отражаются от них, возвращаются назад и улавливаются волосковыми клетками органов боковой линии. Для морских глубоководных рыб, живущих в вечном мраке океанской бездны, активная локация имеет огромное значение и полностью заменяет зрение. В толще воды, где нет никаких крупных объектов, кроме живых существ, легко анализировать окружающую обстановку, и достоверность полученной информации может быть очень высокой. Не случайно у глубоководных рыб боковая линия обычно развита лучше, чем у живущих на мелководье.

ВОЛЬТМЕТР

В солидных научных трудах, посвященных физиологии органов боковой линии, можно столкнуться с упоминанием двух типов рецепторов: обычных, или механорецепторов, и «особых», «специализированных». «Особые» рецепторы стоят того, чтобы им посвятить отдельный рассказ. Начну с того, что они не принимают участия в выполнении исконных функций органов боковой линии и не способны реагировать на слабые механические воздействия воды. Ученые подозревают, и для этого достаточно оснований, что «особые» рецепторные клетки являются датчиками, реагирующими на температурные и химические воздействия. Они информируют организм о концентрации солей в морской воде.

Важнейшей функцией «специализированных» датчиков является электрорецепция. Они работают или как вольтметры постоянного тока, или как приборы, способные уловить напряжение высококачественных электрических импульсов, и хорошо различаются по внешним признакам. Рецепторы для высокочастотных импульсов называют бугорковыми органами. Здесь мы их касаться не будем, так как они более характерны для пресноводных рыб. Второй тип рецепторов получил название ампулированных. В этом случае чувствительные датчики упрятаны на дне крохотных колбочек. Наибольшую известность получили ампулы Лоренцини, характерные для акул и скатов. Впервые их описал еще в 1678 году итальянский ученый, именем которого названы эти образования. Сам Лоренцини считал ампулы слизистыми железами, каких немало в коже рыб.

Ампулы Лоренцини представляют собою крохотные, не слишком аккуратно сработанные длинногорлые колбочки, открывающиеся на поверхности тела рыбы крохотной порой. В дно вмонтировано несколько рецепторных клеток, снабженных ресничками, выступающими в полость колбы. Это воспринимающие элементы рецептора. Стенки канала и самой ампулы служат для электрорецептора изолятором, предохраняющим от электрических разрядов собственной мускулатуры рыбы. Полость колбы и ее горла заполнена желеобразным веществом, хорошо проводящим электричество. Это входной канал рецептора, клемма вольтметра.

У морских рыб отличные электрорецепторы. У скатов их пороговая чувствительность равна 0,00 000 000 005 ампера. Рецепторы наиболее плотно покрывают переднюю часть головы. На хвосте их значительно меньше. В результате лоб рыбы в 30 раз чувствительнее к электричеству, чем ее хвост. Электрорецепторы размещены на коже в определенном порядке, что позволяет акулам и скатам хорошо ориентироваться в электрической обстановке и уверенно реагировать на электрические поля с градиентом, то есть с постепенным изменением напряженности порядка 0,02 микровольта на сантиметр, и безошибочно обнаруживать источник сверхслабых электрических импульсов на расстоянии 10—15 сантиметров.

Мне случилось познакомиться с тем, как пользуются рыбы своими электрорецепторами. Я плыл над огромной песчаной отмелью. Дно медленно понижалось. Передо мной расстилалась однообразная равнина. Одиноко и неуютно было в этой подводной Сахаре. Прежде мне не приходилось бывать в таком унылом месте. Сюда меня привела надежда увидеть камбал. Увы, упорные поиски оказались тщетными. Рыбы маскировались так ловко, что их невозможно было отыскать.

Вылазка в подводное царство затянулась до сумерек. Возвращаясь к берегу, уже на мелководье я встретил морскую лисицу, плывущую параллельным курсом. Было интересно понаблюдать за удивительной рыбой, и я поплыл быстрее, но старался держаться поодаль. Мое присутствие не напугало ската, рыба не обращала на меня внимания, продолжая плыть в сторону берега. Вдруг она метнулась на дно и забилась, поднимая облака мути, стараясь оглушить обнаруженную дичь. Это была небольшая молоденькая камбала. Глаза у скатов расположены таким образом, что рыба видит, что находится непосредственно под ней, да и в воде было уже темно. Совершенно очевидно, что зрение не могло помочь скату отыскать в сумерках камбалу, которую и при ярком свете заметить практически невозможно. Помочь хищнику могли только электрорецепторы, точно указав место, где скрывалась дичь.

Эксперименты, проведенные в лаборатории, показали, что ромбовые скаты, к которым относится и морская лисица, реагирует на переменное электрическое поле с градиентом до 0,02—0,01 микровольта на сантиметр. Та-

кая же чувствительность рецепторов свойственна и кошачьим акулам. Этого вполне достаточно, чтобы в соленой воде обнаружить электрические потенциалы действия дыхательных и плавательных мышц небольших рыбешек. Какой бы покровительственной окраской ни обладала камбала, как бы хорошо ни маскировалась и как бы тихо себя ни вела, скат все равно ее обнаружит. Ни одно существо не может обойтись без дыхания. И пусть сами дыхательные движения останутся незаметными, электрические импульсы, возникающие в жаберных мышцах, выдадут камбалу с головой.

Способность скатов отыскивать добычу поразительна. Морская лисица не только обнаруживала камбалу, посаженную к ней в аквариум, но даже находящуюся в соседней комнате или в помещении этажом выше, если их аквариумы были соединены металлическим проводником.

Изучение электрорецепции представляет большой интерес. Те, кто наблюдал в море косяки стайных рыб, вероятно, не раз восхищались слаженностью их маневров, когда десятки, сотни или даже тысячи рыб одновременно, как по команде, меняют направление движения. Может быть, сигналом для совместных действий служат электрические импульсы, возникающие в двигательной мускулатуре у кого-нибудь из членов стаи. Возможно, рыбы улавливают биотоки мозга своего вожака, так сказать, обмениваются «мыслями» на расстоянии. Как бы там ни было, изучение электрорецепции поможет узнать немало рыбьих тайн.

ХИМИК-АНАЛИТИК

Морские организмы относятся избирательно к химическим компонентам окружающей среды и пользуются для их обнаружения особыми рецепторами. Водные животные имеют дело преимущественно с веществами, находящимися в растворе. Их не разделишь на вкусовые и обонятельные. Однако рецепторы по своему строению легко различимы. У водных организмов они гораздо многочисленнее, чем у наземных существ, и нередко разбросаны по всему телу. Химические рецепторы могут быть универсальными или специализированными, предназначенными только для оценки общей солености

воды, концентрации углекислоты или анализа других компонентов среды. Универсальные называются рецепторами «общего химического чувства».

Способность производить химический анализ веществ обнаружена уже у микроорганизмов. Для одноклеточных химическая информация является главным фактором, определяющим их поведение. У инфузорий химической чувствительностью обладает главным образом передний конец тела и так называемое «ротовое отверстие», что позволяет хорошо различать соли, кислоты, щелочи и многие другие вещества.

Инфузория туфелька способна проводить химический анализ компонентов среды обитания и в соответствии с его результатами осуществлять сложные и наиболее целесообразные в данной ситуации реакции. Туфелька — активный хищник. Пищей ей служат бактерии. Инфузории могут заглатывать и несъедобные частички различных веществ, взвешенные в воде, например, тушь, кармин и индиго.

Однако туфелька не будет глотать все подряд без разбора. Крохотные частички стекла, фарфора, серы, сернокислого бария инфузории решительно отвергают, безошибочно отбирая съедобные крупинки от несъедобных.

На передней половине тела инфузорий расположена продольная выемка — околоротовая впадина, в глубине которой находится овальное отверстие — клеточный рот, ведущий в изогнутую глотку. Биение околоротовых ресничек создает непрерывный ток воды, увлекающий взвешенные в воде частички внутрь ротового отверстия и глотки. В ее конце возле постоянно колеблющейся тоненькой мембраны из слипшихся ворсинок каждые 1,5 минуты образуется круглая пищеварительная вакуоль, которая увлекается внутрь клетки круговым движением эндоплазмы. Если туфельке предложить взвесь из красных частичек кармина и желтых частичек серы, то в окуляр микроскопа можно наблюдать, что кармин остается на дне глотки и время от времени в составе пищеварительных вакуолей переходит в эндоплазму инфузории, а частицы серы выбрасываются наружу. Аналогичным образом ведут себя морские инфузории.

Химические рецепторы кишечнополостных животных располагаются вблизи ротового отверстия, на щупаль-

цах и в гастральной полости, то есть в «желудке». Актинию трудно обмануть, подсунув ей несъедобную приманку. Скорее всего она сразу ее отвергнет. Но если голодное животное все же ошибется и проглотит каучуковый шарик, обман будет скоро обнаружен и приманка извергнута наружу.

Возникновение ошибочных реакций, видимо, запрограммировано в генетических инструкциях, регулирующих пищевое поведение. Крупной актинии случается отобедать молоденькой мидией или устрицей. Моллюски, подвергшиеся нападению, накрепко захлопывают створки своей раковины, и «лизнуть» их, попробовать «на язык» хищник не может. Пищевую реакцию запускают механические воздействия известковой раковины. Возможность таких реакций должна быть предусмотрена, чтобы расширить круг пищевых объектов. Кишечнополостным, ведущим неподвижный образ жизни, нелегко обеспечить собственное пропитание. Благодаря менее щепетильному подходу к определению пригодности пойманных объектов в пищу актиния может приспособиться к совершенно новым видам дичи, а химический анализ, осуществляемый внутриполостными рецепторами, позволяет исключить неблагоприятные последствия возможных ошибок: все несъедобное немедленно удаляется из «желудка».

Актиния пытается «схватить» любой объект, коснувшийся ее щупалец, и если окажется сильнее добычи, удержит ее. Химический анализ подскажет животному, что делать дальше: выбросить этот предмет как ненужный или отправить его в желудок. Показатели химических рецепторов способны полностью затормозить оборонительно-пищевую реакцию. Привилегией «неприкасаемости» у актиний пользуются небольшие ярко окрашенные тропические рыбы — амфиприоны. Рыбешки вступают с актиниями в симбиотические отношения, с разбором выбирая себе покровителей. Одни виды амфиприонов становятся сожителями вполне определенных видов актиний, другие более универсальны и дружат с кем попало. Предпочтение отдается крупным актиниям. Рыбки парочками и даже небольшими стайками поселяются вблизи своего защитника, никогда далеко от него не отплывают и здесь же, у подошвы актинии, откладывают икру, а в случае малейшей

опасности мгновенно скрываются среди щупалец. Часто амфиприоны специально трутся о щупальца, видимо, получая от этого удовольствие, а актиния даже не вздрагивает. Воздержаться от агрессии ее заставляет слизь, покрывающая тело рыбок. Если слизь тщательно удалить, актиния безжалостно расправится с амфиприоном. Зато стеклянная палочка, смазанная слизью этих рыбешек, не вызовет ни оборонительной, ни пищевой реакции животного.

Хорошо выраженной вкусовой чувствительностью обладают самые различные черви. Полихеты на расстоянии 25—30 сантиметров ощущают присутствие пищи, покидают свои норки и прямиком направляются к ней. Повышенной химической чувствительностью обладают личиночные стадии паразитических червей, она помогает им в поисках «хозяев». Это относится и к червям, живущим в симбиозе с другими организмами. Им тоже необходимо отыскать подходящего партнера, и тут самый надежный критерий — запах живого существа или его вкус, хотя будущего компаньона по совместному житью на зубок, конечно, не пробуют.

Если полихету—комменсала морских звезд (комменсализм — одна из форм симбиоза, когда один из партнеров получает выгоду из содружества с другим организмом) поместить в аквариум, где находится морская звезда, червь это почувствует и тотчас пустится на ее поиски. Другое дело, если звезде нанести травму. Полихета по запаху об этом непременно прознает. Раненая звезда не может стать надежным партнером, и полихета будет старательно избегать встречи с ней.

Химические рецепторы брюхоногих моллюсков разбросаны по всему телу, по голове, ноге и мантии. Есть они на губе и ротовых щупальцах. Кроме того, химическим анализом занят специальный орган — осфрадий. В переводе с латыни «осфрадиум» означает «нюхаю». Он позволяет охотнику находить подходящую дичь и избегать сидящих в засаде хищников. У морского зайца здесь находятся рецепторы, предназначенные для определения концентрации в воде кислорода.

Химические рецепторы позволяют моллюскам активно разыскивать пищу. Небольшие улитки верши, широко распространенные по океанам и морям, серьезно мешают рыболовству там, где их много, так как бла-

годаря хорошему обонянию быстро обнаруживают наживку, мелкую рыбешку, насаженную на рыболовные крючки, и обгладывают легко доставшуюся добычу.

Аналогичным образом моллюски обнаруживают хищников. Морские гребешки смертельно боятся морских звезд. Учуя «запах» приближающегося врага, гребешок подпрыгивает, словно ужаленный, и, энергично хлопая створками раковины, уносится прочь. Улитки верши, обнаружившие приближение морской звезды, даже не пытаются уползти, явно проигрывая хищнику в скорости, а начинают бешено кувыркаться, и это позволяет им откатиться на безопасное расстояние. У осьминогов химическими рецепторами снабжены щупальца. Чувствительные клетки располагаются главным образом на присосках. Хинин осьминоги обнаруживают в концентрации, которая в 100 раз меньше той, что доступна для человеческого восприятия.

У ракообразных химические рецепторы находятся на передних усиках, покрытых крохотными щетинками. Благодаря своей подвижности, они обеспечивают активное, направленное изучение ближайшего пространства. На щетинках расположены обонятельные приемники дальнего действия для обнаружения пищи, врагов, половых партнеров, а чувствительные элементы, базирующиеся на ротовых частях, ведут контроль за тем, что направляется в желудок. Первичный пищевой контроль высшие раки производят клешнями, для чего на их внутренних поверхностях расположены «вкусовые» рецепторы. Не правда ли, удобно?

Химическая рецепция универсальна. Морские желуди, относящиеся к усоногим ракам, живут в собственных замках-башенках, выстроенных на прибрежных скалах и лежащих на дне камнях. Их колонии напоминают селения сванов. Хозяева башен никогда не покидают своих убежищ. Участок для возведения замка выбирают личинки, ведущие свободный образ жизни. Удобным местом считается такое, где раньше уже стояла крепость другого рачка: если кто-то сумел здесь благополучно скоротать свою жизнь, можно считать, что участок хороший. От фундамента старых домов, когда они наконец отваливаются от скал, на поверхности камня всегда остается след, остатки нерастворимого в воде белка, который входит в состав наружных покровов всех рако-

образных. Личинка морского желудя антеннами тщательно обследует место, где раньше стоял чей-то замок, и начинает строиться. Каким образом она улавливает «запах» нерастворимого белка, не известно. Возможно, рецепторы снабжены специальным растворителем.

Морские организмы пользуются для общения специально вырабатываемыми пахучими веществами — феромонами. Без них ритуалы брачного поведения раков неосуществимы. Дело в том, что самки способны спариваться лишь в течение очень короткого периода, от нескольких минут до часа, лишь непосредственно после линьки, пока новый панцирь еще не затвердел. Если самка хочет стать матерью, она должна заблаговременно оповестить самцов, что готовится сменить одежду. Крабы и омары выделяют с мочой чрезвычайно стойкие феромоны, сохраняющие свои свойства после кипячения, высушивания и замораживания воды. Высшие ракообразные в качестве феромона пользуются гормоном линьки, выделяемым крохотными железками, находящимися на глазных стебельках.

Органы обоняния рыб внешне напоминают аналогичный анализатор высших позвоночных. На голове рыбы впереди глаз можно найти отверстия. У костистых они находятся в верхнебоковой поверхности рыла, а у акул — на его брюшной стороне. Это не ноздри, а всего лишь обонятельные ямки или мешки. Только у двоякодышащих рыб и у некоторых донных обитателей обонятельный мешок сообщается с ротовой полостью внутренним каналом. Это позволяет вести обонятельный контроль за тем, что направляется в желудок.

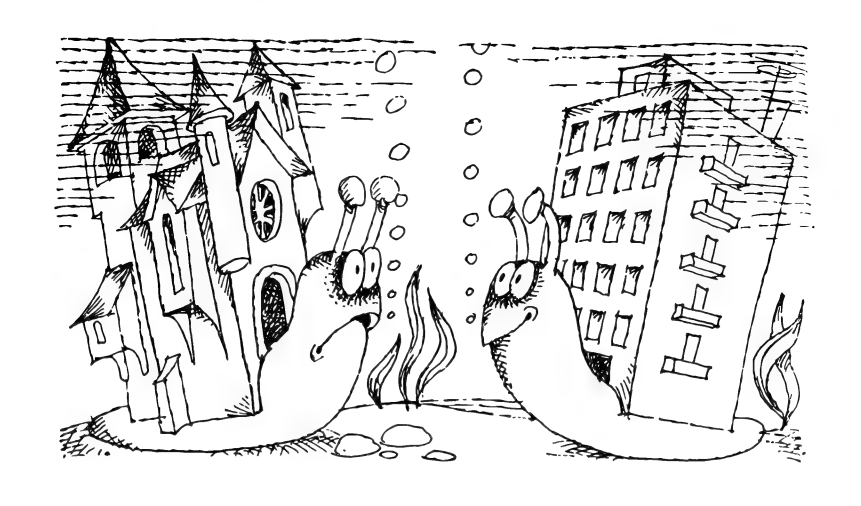
Вкусовые рецепторы находятся у рыб во рту, на губах и усиках, если они, конечно, есть, и... на коже. Они встречаются в любой части тела, не покрытой чешуей: на плавниках, в первую очередь на грудных и брюшных, что особенно удобно для обитателей дна, постоянно роющихся в иле в поисках пищи, а также на спинном, анальном и даже на хвостовом. Правда, на хвосте их меньше, чем на голове. То, что оказалось позади рыбы, ее интересует меньше, чем то, что находится под носом. Чувствительность их очень высока. Наиболее талантливые рыбы способны «заметить» попадание на рецептор всего нескольких молекул пахучего

вещества. Химическая рецепция имеет для рыб существенное значение.

Об обширной обонятельно-вкусовой памяти рыб свидетельствуют лососи, появляющиеся из икринок в верховьях ручьев и рек, а юность и зрелые годы проводящие в океане вдали от родных берегов. Возмужав и достигнув брачного возраста, они возвращаются на родину, иногда проделывая путь в 3—4 тысячи километров. Оказавшись в прибрежной зоне, рыбы по запаху или, если угодно, по вкусу воды ищут реку, в которой когда-то вывелись из икры. Вкус воде придают животные, постоянно обитающие здесь, а также водные и прибрежные растения. Вкупе они создают неповторимый букет ароматов родимого дома, обладающего для «блудных детей» невероятной притягательной силой!

У рыб хорошо развита система химических коммуникативных сигналов. Они играют важную роль в организации пищевого, стайного, брачного поведения, в том числе при межвидовом общении. Кожные покровы рыб богато снабжены одноклеточными железками. Некоторые из них располагаются в поверхностных слоях и имеют пору для выведения наружу секрета. Эти железки продуцируют слизь, покрывающую тело рыб. Запах слизи, точнее, особого химического вещества, вырабатываемого или накапливаемого слизистыми железками, помогает рыбам узнать, кто есть кто.

Железки, располагающиеся в глубоких слоях кожи, не имеют пор для выведения секрета наружу. Он может попасть в воду лишь при повреждении кожных покровов. Чаще всего травмы у рыб возникают в результате столкновения с врагами. Поэтому запах глубинных железок свидетельствует о близости хищника и служит сигналом бедствия. Рыбы незамедлительно отвечают на него бегством, покидая опасную зону. Химические сигналы опасности универсальны. Они понятны всем рыбам океана, хотя оцениваются неоднозначно. Сигналы, исходящие из раны морского окуня, меньше напугают рыбью мелюзгу, чем информация об опасности, распространяемая их соплеменниками. Раненый окунь больше не представляет серьезной опасности, а хищника, который на него напал, вряд ли заинтересуют мелкие рыбы. В общем, для подданных Посейдона химическая рецепция — бесценный дар.



Личное оружие

Океан — это водное пространство толщиною до 11 километров, погруженное в кромешный мрак, населенное вечно голодными, кровожадными и безжалостными существами. Совершенно очевидно, что для хищников, обладающих специализированными рецепторами, помогающими ориентироваться в подводном царстве, отсутствие света не помеха. Темнота не может обеспечить неприкосновенности слабым, особенно если они медлительны или совсем не способны передвигаться в пространстве.

Еще труднее спасаться от врагов в верхнем пронизанном солнечными лучами слое воды. Здесь глаза должны серьезно облегчить хищникам поиски добычи. Что могут противопоставить небольшие животные зубам, клешням и роговым клювам? Каким оружием нужно владеть, чтобы не бояться мурен и акул, мрачных крабов и стремительных кальмаров? Казалось бы, слабые создания обречены, а они тем не менее существуют и даже весьма многочисленны. Процветают и самые примитивные безмозглые существа, которых и животными назвать трудно, к тому же ведущие малоподвижный образ жизни.

Способов самообороны несметное множество. На

страницах этой книги я не смогу рассказать даже о самых главных. Познакомимся хотя бы с несколькими способами избежать личных контактов с врагами и с некоторыми видами личного оружия. Оказывается, активная самооборона, вооруженный нейтралитет и полное разоружение могут быть одинаково действенными и обеспечить достаточно безопасное существование.

ШАПКА-НЕВИДИМКА

Шапка-невидимка! Стоит ее надеть на голову, в крайнем случае повернуть задом наперед, и ты исчез. Счастливая мысль примерить головной убор своего похитителя, оказавшийся шапкой-невидимкой, позволил пушкинской Людмиле долго морочить голову коварному Черномору. Совершенно очевидно, что Пушкин позаимствовал сюжет из русских народных сказок. Впрочем, в фольклоре народов любого региона нашей планеты можно встретиться с чем-то похожим. Ведь шапка-невидимка реальность, а не плод воображения древних народов. Еще в тот период развития человечества, когда собирательство и охота были для людей единственными источниками существования, охотники замечали, как преследуемая ими дичь, замирая, мгновенно исчезает из поля зрения, да и сами умели маскироваться, становясь для животных невидимыми.

Самый простой способ стать незаметным — приобрести покровительственную окраску. В этом отношении морские животные ничем не отличаются от наземных. Жители вечнозеленых тропических лесов чаще всего окрашены в зеленые тона. Такую же окраску имеют подданные Посейдона, обитающие в зарослях зеленых водорослей, а у обитателей пустынь и песчаного дна преобладают серо-желтые и коричневые тона, в полном соответствии с господствующими там красками.

Чтобы надежно замаскироваться, фактура одежды, то есть пятна и узоры на поверхности тела, по форме, размеру и окраске должны соответствовать преобладающим рисункам окружающей среды. Тогда эффект маскировки бывает достаточно полным, конечно, если он сочетается с адекватным поведением, а для этого животное должно обладать высокоразвитым цветным зрением, уметь находить маскирующий фон, иметь возмож-

ность вовремя заметить опасность и тотчас замереть, прекратив любую деятельность, способную привлечь внимание хищника.

Особый вид камуфляжа — мгновенная смена окраски. В царстве Посейдона такими способностями обладают многие животные. Это морские звезды и голотурии, ракообразные и, конечно, рыбы, но особенно талантливые цветотехники — высшие моллюски: осьминоги, каракатицы, кальмары. Осьминог по широте используемой цветовой гаммы может легко перещеголять прославленных хамелеонов. Головоногие моллюски за считанные секунды способны «примерить» несколько костюмов, сменив белый наряд на черный и перепробовав все остальные мыслимые цвета и оттенки, да еще украсить свою одежду рисунком.

Рыбы тоже умеют быстро переодеваться. Пока рыбы-хирурги плавают у дна, они окрашены в черный цвет и хорошо сливаются с фоном, но стоит рыбе всплыть на 8—10 метров, как она сменяет свой мрачный наряд на бледную голубовато-серую окраску и опять становится незаметной. Аналогично ведут себя любители каменистых нагромождений и рифов тропические рыбы талассомы. Пока они плавают вдоль скал или у покрытого песком и галькой дна, на них желтые одежды, но стоит рыбам подняться в толщу воды, как они тотчас облачаются в голубовато-синюю униформу.

Часто рыбы, отправляясь на прогулку, надевают однотонную или продольнополосатую одежду, а останавливаясь на отдых в зарослях растений, меняют ее на поперечнополосатую. Продольные полосы позволяют делать незаметным само движение, поперечные расчленяют контуры тела, делая рыбу невидимой на пестром фоне.

Среди мастеров камуфляжа стоит вспомнить еще раз камбал. Они умеют менять общий тон окраски своего тела и создавать на коже узор из пятен, пятнышек и крапинок, имитирующий рисунок участка дна, который выбран для отдыха. Пятна и крапинки предсуществуют на рыбьей коже, но их окраска зависит от окружающей обстановки. Благодаря отличному зрению лиманды, летний паралихт, песчаные и другие камбалы способны воспроизвести тончайшие оттенки фона.

Камбалу, лежащую на дне, заметить практически

невозможно, так как рыба распластывается на грунте, а значит, и не отбрасывает тени, которая могла бы ее выдать. Кроме того, умащиваясь на лежке, она сильно взмучивает воду. Песчинки и мелкие камешки, поднятые движением воды, оседают на коже рыбы, придавая ей рельефность и внося лепту в создание рисунка и в окраску.

Здесь не место подробно писать о механизмах смены окраски. О них неоднократно сообщалось. Окраска создается с помощью специальных клеток, содержащих красители. Пигментные клетки располагаются слоями. Обычно их не больше трех. В каждом слое находятся



клетки, содержащие пигмент лишь какого-то одного цвета. Под ним нередко находится отражающий слой, который может иметь собственный цвет.

Изменение окраски происходит за счет перемещения пигментов внутри клеток. У подавляющего большинства животных пигментные клетки имеют вид сложноветвящегося растения вроде перекати-поля. Находящийся в них пигмент либо собран в компактный шарик в центре клетки, и тогда он практически не влияет на окраску животного, либо равномерно распределен по всем отросткам, и тогда животное окрашивается в соответствующий цвет.

В пигментных клетках раков, в отличие от позвоночных, находится два или большее число красителей. Обычно используются белый, красный и желтый. Каждый пигмент собран в самостоятельный комочек и пользуется только «своими», специально ему предназначенными отростками. Иногда палитра рака включает черную, коричневую и синюю окраску, благодаря чему животные способны воспроизвести практически любые оттенки фона.

Поводов для смены окраски сколько угодно. Главный — изменение обстановки. Планктонные бокоплавы гиперииды — хищники с наклонностями паразитов. Напав на медузу или гребневика и отобедав, они не спешат покинуть место трапезы. Когда рачок устраивается на полупрозрачном теле медузы, он бледнеет, чтобы ничем не выделяться, а покидая ее — темнеет. Многие ракообразные меняют свою окраску по специальному расписанию, бледнея днем и темнея к ночи. Прибрежным ракам приходится усложнять график смены одежды, включая в него время наступления приливов и отливов. Эмоции — тоже веский повод, чтобы переоблачиться.

Пигментные клетки головоногих моллюсков имеют оригинальное устройство. Никаких отростков у них нет. Это самые обычные шарообразные клетки. Пигмент не разбросан в их протоплазме как попало, а собран во внутриклеточном мешочке, «сшитом» из чрезвычайно эластичного материала. От тела клетки отходит 6—20 мышечных волокон, расположенных в одной плоскости, параллельно поверхности кожи.

В обычном состоянии эластичные стенки пигментно-

го мешочка стягивают красящее вещество в маленькую компактную крупинку, и пигмент не оказывает влияния на окраску животного. Когда возникает потребность переодеться, мышечные волокна напрягаются, общими усилиями растягивая клетку в большой блин, и окраска животного меняется. Эта процедура занимает всего 3—4 секунды. Вот почему головоногие сумели стать рекордсменами по скорости смены одежды. Когда приходит пора вернуться к первоначальной окраске, мышечные волокна расслабляются, эластичные стенки мешочка сами собой сжимаются, и он вновь приобретает шаровидную форму и обычный размер. Головоногие моллюски виртуозно овладеют и цветом и рисунком, создавая на своей коже россыпи пятен, полосы или более сложные узоры.

Переодевание спасает животных от вредного воздействия ультрафиолетовых лучей. Это главная причина яркой окраски морских ежей. У крабов, обитающих в прибрежных районах, при ярком освещении в рабочем состоянии находятся пигментные клетки, содержащие белый пигмент, отражающий ультрафиолетовые лучи, и черный краситель, хорошо их поглощающий.

Цветовые эффекты используются для привлечения дичи. Голодная каракатица выбирает местечко, охотно посещаемое дичью, укладывается поудобнее, замирает и терпеливо ждет, когда добыча приблизится на расстояние уверенного броска. Если дичь обходит ее стороной, прибегает к светоэффектам. По телу затаившегося хищника начинают гулять радуги. Подводные ротозеи не заставляют себя ждать. Им интересно поглазеть на цветное чудо. Охотнику остается лишь выбрать жертву и отправить ее в рот.

В царстве Посейдона немало всевозможных мошенников, использующих имитацию, чтобы обманывать простачков. Вот два весьма характерных примера. В тропических морях рядом с губанчиками, выполняющими роль чистильщиков, освобождающих рыб от внешних паразитов, обитают морские собачки аспидонты, копирующие их и размерами, и формой тела, и окраской, и даже «походкой». Чистильщики «склевывают» экзопаразитов с кожи «клиентов», а те рады избавиться от мучителей и охотно подпускают их к себе. Аспидонты, пользуясь сходством с губанчиками, беспрепятствен-

но подплывают к крупной рыбе и вцепляются в ее плавник, стараясь откусить кусочек кожи побольше. Рыбья кожа — основная пища аспидонтов!

Второй пример — двуполосый губан. Это тоже чистильщик. Его внешний вид и манеры имитирует небольшая хищная рыбка — морская собачка хемиэмблемария, питающаяся мелкими ракообразными и рыбьей мелюзгой. Губаны на свободно живущую дичь никогда не нападают, и мелкие обитатели рифов их не боятся. Коварные собачки умело пользуются тем, что от них никто не шарахается. Благодаря беспечности обитателей океана обед им всегда обеспечен.

Полная неподвижность дает эффект шапки-невидимки даже в пустом пространстве. Ее эффект усиливается прозрачностью тела, что особенно надежно маскирует животных на ярком свету. Прозрачность не позволяет увидеть контуры тела, но не мешает рассматривать то, что находится позади. Именно задний фон привлечет внимание любого животного, заставит сосредоточиться именно на нем, что помешает увидеть прозрачную преграду. Прозрачные животные не отбрасывают тени, которая в солнечный полдень демаскирует любое существо, решившее зависнуть у поверхности воды.

У достаточно крупных представителей отряда крылоногих моллюсков прозрачно не только тело, но и раковина. Большие скопления в планктоне порою создают прозрачные киленогие моллюски. Небольшие улитки филлирое внешне напоминают рыбок. Правда, заметить сходство нелегко, так как улитки абсолютно прозрачны. Сквозь их тела можно рассматривать любую планктонную мелюзгу со всеми их усиками и лапками. Очень много прозрачных ракообразных. У планктонных эвфаузиид хитиновые оболочки не имеют пигмента и поэтому прозрачны.

Некоторые моллюски вместо шапки-невидимки используют темное «покрывало». Аплизии, подвергшиеся нападению, выбрасывают струю светло-фиолетовой жидкости. Нередко это спасает от врага. Возможно, фиолетовое облако действительно маскирует морского зайца, а может быть, просто пугает нападающего.

Особенно умело дымовой завесой пользуются головоногие моллюски. Темную жидкость, предназначенную для маскировки, вырабатывает специальная железа —

чернильный мешок. Он разделен перегородкой на две части. Нижняя половина заполнена секреторными клетками. На дне мешка они молоденькие, а потому еще светлые. Остальные заполнены черными зернами. Клетки, отодвинутые ближе к перегородке, уже старые и ветхие. При их разрушении зерна растворяются в соках железы, и чернила поступают на хранение в верхнюю часть, выполняющую роль мешочка. Цвет у «чернил» бывает от коричневого у кальмаров и сине-черного у каракатиц, до густо-черного у осьминогов. Разбавленные чернила каракатиц имеют коричневый цвет. Из них раньше вырабатывали отличную коричневую краску — сепию.

Выводной канал мешка открывается в полость мантии в районе воронки. Чернила не должны разливаться по мантийной полости, так как они ядовиты даже для самих изготовителей.

Головоногие моллюски рождаются с вполне работоспособной железой и с запасом чернил, так что могут тотчас воспользоваться этим приспособлением. В соответствии с оборонительной тактикой подвергшийся нападению моллюск густо темнеет. Если такого предупреждения окажется недостаточно, он выбрасывает струю чернил, чем обычно вызывает некоторое замешательство нападающего, одновременно сильно светлеет и, воспользовавшись благоприятным моментом, старается скрыться.

Выброшенные водометом чернила не расплываются, а повисают огромной каплей, несколько напоминающей своего создателя. Если ее не потревожить, капля может сохраняться чуть ли не четверть часа. Однако чаще хищник, обманутый сходством, хватает чернильную подделку. Это вызывает эффект разорвавшейся бомбы: капля тотчас расплывается огромным темным облаком. Теперь преследовать моллюска уже нет никакой возможности. В расплывшемся чернильном облаке темно, а кроме того, краска вызывает паралич обоняния.

Чернила выбрасываются в сильно концентрированном виде. Запасов хватает на 5—6 дымовых завес, что позволяет отбиться от целой бригады хищников. У некоторых каракатиц и кальмаров вблизи чернильного мешка находится резервуар со светящимися бактериями. Выбрасывая струю чернил, моллюск добавляет в

нее порцию бактерий, тогда чернильная капля, а затем и дымовая завеса становятся светящимися.

С помощью светящейся жидкости отбивается от врагов крохотная каракатица двурогая сепиола. Гетеротевтис, живущий в Северной Атлантике и прилегающих морях на глубинах 500—1000 метров, имеет вместительный резервуар, где находятся его помощники — крохотные осветители. Благодаря внушительным запасам светящейся жидкости, кальмар с помощью «огнемета» устраивает настоящий фейерверк, действующий на врагов безотказно. Огнеметами обзавелись главным образом жители океанских глубин. Здесь имеет смысл использовать световые эффекты. В условиях кромешного мрака обычная дымовая завеса не поможет.

МАСКХАЛАТЫ

Подданные Посейдона сумели изобрести самые удивительные способы, чтобы стать незаметными. Среди них славой самых сообразительных пользуются раки и крабы. Несомненно, они великие обманщики. Недаром ожерелье богини плодородия Артемиды Эфесской, чей изумительный храм был так варварски уничтожен Геростратом, включало изображение краба как символ хитрости. Ракообразные изобрели массу способов, чтобы облапошить врагов. Просто диву даешься их неистощимым выдумкам.

Самые талантливые обманщики вышли из среды крабов-пауков. Живут эти десятиногие существа в теплых южных морях. Попадающиеся среди них простачки обитают на голом илистом или песчаном дне и поневоле отдают свою жизнь на волю слепого случая. Более смышленые предпочитают жить в зарослях подводных растений, среди россыпей камней и на коралловых рифах. Эти башковитые крабы пользуются удивительными способами маскировки. Скинув во время линьки свои старые, ставшие тесными доспехи и дождавшись, когда новый панцирь достаточно затвердеет, они начинают возводить декорации. Для этого годятся и водоросли, и различные примитивные морские животные: мшанки, актинии и губки. Оторвав кусочек гидроидного полипа, декоратор-самоучка обкусывает и подравнивает оторванную часть, затем смачивает ее специальным клеем,

вырабатываемым ногочелюстями, и высаживает, как на клумбу, себе на спину. Чтобы декорации хорошо держались, на панцире имеются специальные приспособления — многочисленные крючкообразные щетинки, расположенные правильными параллельными рядами или собранные в пучки. Хотя краб не может толком видеть, что творится у него на спине, но чувствительные щетинки панциря информируют его о расположении декорации.

Краб-декоратор усиленно трудится, пока его тело полностью не скроется под сенью удивительного сада из водных растений и животных. Днем хитрец лежит неподвижно, подобрав под себя лапки, среди таких же зарослей, и увидеть его невозможно, а с наступлением темноты отправляется на поиски пищи. Далеко не все виды крабов маскируются одинаково тщательно. Некоторые производят посадки только на передней части тела, а иные и вовсе работой себя не утруждают, уверенные, что в конце концов что-нибудь само зацепится за многочисленные крючочки, а что-нибудь непременно вырастет само по себе. И действительно вырастает. Опытные умельцы-декораторы, возмужав и набравшись силенок, тоже перестают заниматься камуфляжем, больше полагаясь на силу своих клешней, чем на хитроумные уловки. Но это не значит, что у них ослабла смекалка. Если приспичит, любой из них продемонстрирует, какой он хитрюга.

Уменье маскироваться широко распространено среди высших ракообразных. Стыдливые крабы используют для этого створки или не слишком тяжелые осколки раковин моллюсков. И подбирают их в соответствии с размерами своего тела. Прикрывшись створкой, из-под которой высовываются только ноги, и придерживая ее на бегу двумя задними парами ног, странствуют «стеснительные» существа по морскому дну, не решаясь предстать перед собратьями в обнаженном виде. Мохнатые крабы обзаводятся лохмами совершенно сознательно. После линьки хитрец одевается в маскхалат из живой губки. Для этого он выбирает округлый камень, обросший губкой, и сдирает ее. Затем, несколько раз примерившись, выкраивает нужный кусок, поворачивает его выпуклой стороной к грунту и, перевернувшись на спину, старается уместиться в губке. Когда ему это

удается, краб, придерживая футляр задними ногами, отправляется по своим делам. В такой одежде он чувствует себя уверенно, и на него действительно никто не нападает.

ФУ, КАКАЯ КИСЛЯТИНА!

Слышали ли вы когда-нибудь об асцидиях? Эти удивительные существа относятся к оболочникам, для которых главной частью тела является толстая оболочка или туника. Зоологам известно свыше тысячи видов асцидий. Все они, став взрослыми, ведут неподвижный образ жизни. При таком обилии видов неизбежно значительное разнообразие внешнего вида. Одни из них похожи на изящную двугорлую вазочку, другие на чайник или кофейник, но большинство напоминает небольшой мешочек или наполненный табаком кисет. Сходство с кисетом дополняют два коротеньких шнурочка, торчащих из верхней части мешочка. Если приглядеться внимательно, видно, что это трубочки. Их называют сифонами. Один, тот, что повыше, заменяет асцидии рот. Через него она засасывает воду. Через второй наружу выбрасываются непереваренные остатки пищи. Сифоны, торчащие с разных сторон кисета, чтобы нечистоты не засасывались обратно, самый характерный признак асцидий. Если трубочки отсутствуют, их заменяют небольшие бугорки или просто два отверстия, но уж они-то должны быть обязательно.

Живут асцидии, прикрепившись подошвой — нижней частью мешочка — к камню, раковине или к чему-нибудь твердому. У некоторых нижняя часть тела превратилась в длинный стебелек. Внешне они напоминают бокал или причудливый цветок. Длинный стебелек — приспособление к жизни на больших глубинах, где дно покрывает толстый слой ила. Стебелек позволяет асцидии не утонуть в донной грязи, но так как ножка — ненадежная опора, некоторые глубоководные асцидии дополнительно пользуются парашютами, выростами оболочки нижней части тела. Со стороны может показаться, что животное залезло на купол небольшого зонтика.

Ростом асцидии невелики, от крохотного кисетика, годящегося разве что для игры в куклы, до кисета вполне нормальной величины. Есть среди асцидий и

карлики длиною в 1—2 миллиметра, но встречаются и настоящие гиганты до полуметра длиной.

Асцидии заселяют океан от Северного полюса до берегов Антарктиды, предпочитая прибрежные воды и глубины до 200—300 метров, но прекрасно себя чувствуют и под семикилометровым слоем воды. В отличие от своих ярких сестер, часто окрашенных в оранжевые, красные, коричневые и фиолетовые тона, жители океанской бездны носят по тамошней моде грязно-белые одежды. У некоторых видов оболочка бывает полупрозрачной.

Большую часть жизни асцидия сохраняет неподвижность, но если ее напугать или обидеть, она мгновенно выпустит из себя всю воду и сожмется, превратившись в небольшую лепешечку. Так животные спасаются от врагов. Ведь крохотную нашлепку на камне и не заметишь.

У асцидий, на что ни кинь взор, все необычное. Вот, например, туника. Она на 60 процентов состоит из целлюлозы. Это ценное вещество, обычное для растений, больше ни у кого из животных не встречается. В промышленных масштабах его получают из древесины и используют для производства искусственных волокон и бумаги. Для приморских государств, на территории которых отсутствуют леса, асцидии могут стать надежным источником целлюлозы. Ученые считают, что с одного гектара подводного огорода можно будет получить в год до 300 килограммов этого ценного сырья.

Много необычного в устройстве внутренних органов асцидий.

Все лишнее, что попадает им в желудок, но не может там перевариться, выбрасывается через анальный сифон. Об этом уже говорилось. Ну а куда деваются вредные продукты обмена веществ из крови, которые у высших животных удаляют из организма почки? Таких органов у оболочников нет. Их заменяют специальные клетки, рассеянные по всему телу, за своеобразие функций их называют «почками накопления». Они извлекают из крови продукты обмена и хранят всю жизнь. Только после смерти асцидии скопившиеся в ее теле вредные вещества попадают в воду.

У некоторых видов асцидий в кишке находятся прозрачные пузырьки, в которых накапливаются кристаллы

мочевой кислоты, а у семейства мольгулид отдельные пузырьки сливаются в один крупный мешочек. Самое интересное, что в нем живут и размножаются какие-то удивительные грибки. Ничего похожего на них нигде в природе больше не встречается. Грибки питаются продуктами обмена асцидий, скапливающимися в мешочке, освобождая приютившую их хозяйку от вредных веществ.

Как же этим беззащитным существам удается выжить? Почему хищники их полностью не уничтожают? Ведь асцидии не имеют оружия, ведут неподвижный образ жизни и удрать даже от самого нерасторопного существа, собирающегося ими перекусить, не в состоянии. А ларчик открывается просто: в тунике асцидий скапливается много кислого секрета, делающего их невкусными. В море нет любителей кислятины.

Асцидии изобрели еще один способ сделаться невкусными: они накапливают в своем теле ванадий. Этот редкий элемент они добывают из воды, где он содержится в ничтожных количествах, и создают в своем теле концентрацию, в 500 000 раз превышающую его содержание в море. Ванадий совершенно необходим для жизни животных, но если в пище его много, она оказывается невкусной или просто несъедобной. А для асцидий ванадий чрезвычайно важен. В крови этих животных он выполняет такую же роль по переносу кислорода, как железо в крови млекопитающих. Если будут созданы плантации асцидий, то наряду с целлюлозой они станут поставлять и ванадий, которого на Земле совсем немного.

Еще одно очень важное свойство асцидий, помогающее им выстоять в борьбе с хищниками, — способность к регенерации. Живые мешочки легко восстанавливают любой утраченный, иными словами, откушенный кусочек и сами, как ящерицы хвосты, умеют отбрасывать части тела, стараясь таким образом откупиться от нападающего. Рыбы, крабы и прочие морские разбойники, пока хорошо не познакомятся с асцидиями, не знают, что они несъедобны. Юные хищники, несомненно, пробуют их на зуб, и, видимо, не раз, пока не запомнят, какая это кислятина, но асцидии, использованные в качестве «учебных пособий» и даже получившие тяжелые ранения, не погибают. Если целым остался хоть один

кусочек, из него вырастет новое вполне нормальное животное. Итак, вредные продукты обмена, кислые вещества, ванадий, а также большой талант по части регенерации позволяют процветать, казалось бы, беззащитным асцидиям.

КРЕПОСТНЫЕ СТЕНЫ И ТАНКИ

Каждое живое существо хотело бы жить в безопасности. Добиться этого нелегко. Определенные гарантии могут дать лишь надежные крепостные стены. Однако жить отшельником, никогда не покидая собственного дома, могут лишь избранные. Для тех, кому приходится выходить, не помешают рыцарские доспехи. Их надежность зависит от добротности материала, из которого они изготовлены, и от его толщины. Обзаводясь доспехами, приходится делать выбор: либо использовать броню потолще и всю жизнь таскать на себе непомерную тяжесть (напомню, что рыцари средневековья путешествовать пешком избегали, без коня они становились беспомощными), либо облачиться в облегченный, но не очень надежный панцирь. Для подданных Посейдона эти проблемы менее остры. Жизнь в океане дает его обитателям ряд преимуществ.

Любое строительство сталкивается с проблемой приобретения строительных материалов и их доставки. Понаблюдайте весной за любой малой птахой. Сооружение гнезда занимает гораздо меньше времени, чем поиски и доставка стройматериалов. Обитателям океана эти проблемы неведомы. У них всегда под рукой сколько угодно кальция, являющегося основой таких материалов, как гипс, известняк и мрамор. Его много в морской воде, и о доставке не приходится беспокоиться. Океан сам снабжает строителей кальцием, поставляя его в неограниченных количествах.

Проблема рыцарских доспехов здесь тоже менее остра. Как известно, вес предмета, погруженного в воду, уменьшается на величину, равную весу воды, вытесненной этим предметом. Поэтому при выборе доспехов их вес для обитателей океана играет второстепенное значение. В подводном царстве все кажется легким. Кроме того, подданные Посейдона способны годами

жить в своих крепостях и замках, не покидая их ни на миг.

Голод затворникам не грозит. Морская вода насыщена мельчайшими живыми организмами и детритом, крохотными, вполне съедобными комочками органического вещества. Обитателям замков достаточно обзавестись насосом, чтобы закачивать на «кухню» морскую воду, а там поставить сито, и можно брать ложку — обед обеспечен.

Доступность строительных материалов позволила морским обитателям возводить такие гигантские сооружения, в один ряд с которыми не поставишь даже творения рук человеческих. Я имею в виду коралловые рифы, созданные крохотными существами — мадрепоровыми, или каменистыми кораллами. Их около 2,5 тысячи видов. В своем большинстве кораллы живут огромными колониями.

Отдельные маленькие строители — полипы — самые примитивные многоклеточные организмы. Внешне полип представляет собой малюсенький цилиндрик, состоящий из двух слоев клеток, с венчиком щупальцев на верхнем конце и ртом в центре этого сооружения. Полипы мадрепоровых кораллов — карлики, ростом от 1 миллиметра до 3 сантиметров. Как и другие кишечнополостные, они образуют на своей поверхности скелет из органического вещества. У мадрепоровых кораллов клетки наружного слоя цилиндрика синтезируют тончайшие хитиновые нити, арматуру для основного строительного материала — карбоната кальция, соли угольной кислоты. Кроме кальция, для его производства нужен лишь углекислый газ. А он, как известно, образуется в организме в процессе дыхания, да и в морской воде его сколько угодно. Обычно животные стараются от углекислого газа избавиться побыстрее, а кораллы освоили безотходную технологию и пускают в дело это вредное вещество.

Строительство начинается с оседания на арматуре молекул кальцита в виде крохотных кристалликов. Они постепенно растут, увеличиваясь в длину и в толщину, пока не соединятся друг с другом и не создадут сплошную известковую оболочку полипа. Такая же кальцитовая пластинка образуется на подошве. Затем от нее начинают подниматься радиальные перегородки, глубо-

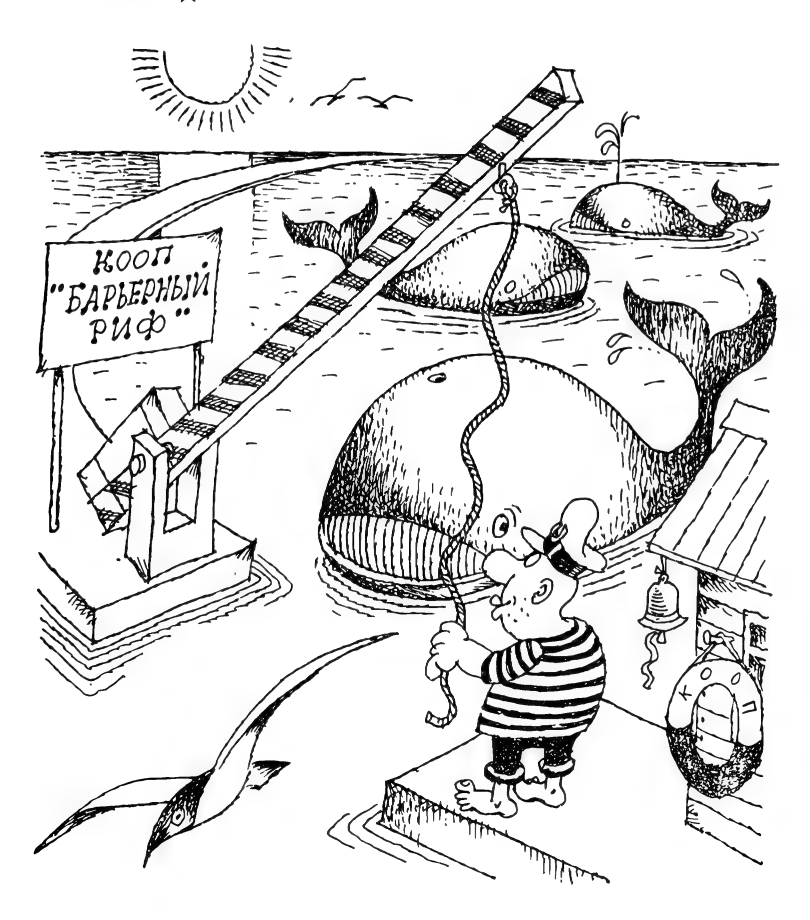
ко вдавливающиеся в тело полипа. Перегородки остаются неполными, зато по периферии обрастают толстым наружным валиком, образующим как бы пиалу, гнездо для полипа.

Известковая оболочка, хотя и медленно, продолжает утолщаться всю жизнь и в конце концов становится главным элементом полипа, а его живое трепещущее тело превращается в тоненькую полупрозрачную пленочку, выстилающую известковую чашу изнутри. Постепенно подрастая, индивидуальные дома-гнезда отдельных кораллов сливаются между собой, образуя единый скелет колонии, основу для создания рифа. В его образовании и окончательной отделке принимают участие и другие организмы. Известковый материал в тело рифа добавляют раковины моллюсков, наружные скелеты усоногих раков, трубки полихет и даже известковые водоросли.

Главное условие для возникновения кораллового рифа — высокая соленость воды, равная 35 промилле. Затем нужна температура не ниже 20,5 градуса. Рифообразующие кораллы — теплолюбивые существа. Наконец, необходима хорошая освещенность. Вот почему кораллы не могут существовать на глубинах свыше 50 метров. Любовь к свету объясняется тем, что коралловые полипы живут в симбиотическом союзе с зелеными одноклеточными водорослями, снабжая их углекислым газом, нужным для фотосинтеза, а также азотистыми и фосфорными продуктами обмена, из которых сожители создают белки. В свою очередь, полипы забирают весь выделяемый водорослями кислород, высасывают до 60 процентов синтезируемых ими углеводов и аминокислот и, кроме того, прибегают к помощи водорослей, чтобы освободить свой организм от азотистых и фосфорсодержащих продуктов обмена, так как собственных органов выделения не имеют, а затем получают эти вещества обратно в продуктах фотосинтеза. С азотом и особенно с фосфором, которого в морской воде совсем немного, однажды извлеченными из пищи, полип уже не расстается, постоянно обмениваясь ими со своими партнерами.

Водоросли помогают полипам создавать известковые скелеты. Дело в том, что кальций, вступая в соединение с углекислым газом, точнее с ионами угольной кислоты,

образует очень непрочное вещество: гидрокарбонат кальция. Он для создания известковых скелетов не годится. Если в окружающей среде много углекислого газа, строительство приостанавливается. Сожители кораллов, интенсивно поглощая углекислый газ, дают толчок к отщеплению от гидрокарбоната молекулы угольной кислоты и превращают его в карбонат кальция, который тут же осаждается на стенках «дома». Кораллы ведут строительство только днем, когда солнце поднимается достаточно высоко. Вот почему мощные коралловые рифы образуются лишь в тех районах океана, где много солнечных дней.



Кораллы — виновники возникновения барьерных рифов, окаймляющих побережья сплошной стеной, и атоллов, кольцеобразных рифов с внутренней лагуной; многие из них стали островами. Пока не удалось подсчитать общее количество атоллов. Только в составе Мальдивских островов их 1190.

Самое большое сооружение, построенное крохотными умельцами, — Большой Барьерный риф. Он протянулся на 2000 километров вдоль северо-восточного побережья Австралии. Его ширина до 150, а высота — 2 километра. Видимо, море в этом районе когда-то было мелководным, а потом дно опустилось, но это происходило так медленно, что рифы успевали подрастать.

Большой Барьерный риф по своим размерам приближается к Уральским горам. По объему строительного материала, использованного на его создание, он в 100 тысяч раз превышает Великую Китайскую стену. Общая площадь всех известных рифов равна 27 миллионам квадратных километров, из них 8 миллионов — острова. Если собрать их вместе, получится материк чуть крупнее Австралии.

Известковые домики коралловых полипов не гарантируют безопасности. От морской звезды терновый венок, слизывающей, а вернее, соскребающей с поверхности рифа живых кораллов, до рыб, в числе которых несколько видов рыб-хирургов и рыб-бабочек, скусывающих с колонии кораллов молодые веточки, кто только не кормится маленькими строителями.

Ракообразные и моллюски создают более прочные дома, способные выдержать натиск любого врага. Самый неприступный замок строит гигантская тридакна. Ее двухстворчатая раковина напоминает дома пресноводных беззубок, только значительно превосходит их размером. Самые крупные в длину достигают 1,4 — 1,5 метра, а веса 200—250 килограммов, а сам хозяин замка может потянуть на два пуда. Раковина лежит на грунте своей замковой частью, свободные края створок обращены вверх. Обычно створки чуть-чуть приоткрыты, и в щель выглядывает яркая мантия.

Моллюски строят свои дома из известковых призмочек и пластинок кальцита или арагонита. Эти вещества имеют одинаковый химический состав, но отличаются своим кристаллическим строением. Раковина состоит из

трех слоев. Снаружи она покрыта волокнистым веществом конхиолином, относящимся к наиболее прочным протеинам тела животных, близким по строению к таким веществам, как хитин и роговое вещество волос. Конхиолин имеет черный или коричневый цвет. Иногда он развит очень хорошо, как у беззубки, иногда выражен плохо или отсутствует.

Средний слой раковины — фарфоровый. На разломе он белый или желтовато-серый, а на ощупь — шероховатый, действительно похожий на фарфор или фаянс, и состоит из нескольких слоев пластинок, образованных из кристалликов арагонита, уложенных таким образом, что пластинки соседних слоев направлены перпендикулярно друг к другу, что повышает прочность раковины.

Внутренний слой раковины образован тонкими пластинками или чешуйками арагонита — перламутровыми листочками, уложенными параллельными рядами, перемежающимися с тончайшими слоями конхиолина. У самых квалифицированных строителей внутренняя поверхность раковины отделана толстым слоем настоящего перламутра. Его цвет зависит от толщины арагонитовых листочков. Преломление солнечных лучей в пластинках толщиной до 0,004—0,006 миллиметра создает красные и зеленые переливы. С увеличением их толщины световые лучи блекнут.

Строится раковина с помощью мантии — кожной складки, одевающей внутренностный мешок и свисающей со спины моллюска на его бока. На поверхности мантии есть специальные клетки, обладающие секреторными функциями. Они способны выделять различный материал. Клетки, находящиеся на краю внешней поверхности мантии, продуцируют конхиолин, лежащие чуть дальше, выделяют карбонат кальция, а расположенные еще дальше от края «штампуют» из кальция крохотные чешуйки. Из них и образуется перламутр.

Замки моллюсков — нерукотворные сооружения. Собственноручно, в полном смысле этого слова, строят дом только самки аргонавтов, относящиеся к головоногим моллюскам. Работящей, а может быть, просто умелой (человек ведь тоже левой рукой далеко не все может сделать) является лишь пара спинных «рук», на концах которых есть особые расширения, или лопасти. Находящиеся здесь железистые клетки продуцируют

строительный материал, а «руки» «выкладывают» из него строительные конструкции.

Толщина перламутрового слоя отчасти зависит от размеров раковины. Ради перламутра их издавна добывают во всех океанах. Самая крупная раковина у жемчужницы максимальной, обитающей в Индийском океане у берегов Малаккского полуострова. Фабрика перламутра имеет в диаметре 30 сантиметров, а пара ее створок весит в общей сложности 5—5,5 килограмма. Морская жемчужница, живущая у побережья Австралии, поменьше. Перламутр обычно имеет белый цвет, нередко с розовым или зеленоватым оттенком, а вблизи края раковины — черный. Среди брюхоногих моллюсков самыми крупными раковинами до 3 килограммов весом и до 30 сантиметров в диаметре владеют гигантские стромбусы из Карибского моря. Про такого моллюска уже не скажешь, что он живет в замке. Его убежище правильнее назвать танком. Несмотря на тяжесть дома, стромбусы способны передвигаться толчками и даже совершать прыжки. Сходной «походкой» обладают птероцеры, также владеющие большой и тяжелой раковиной. Конусообразные раковины хороний достигают в длину 60—70 сантиметров. Когда-то их использовали как музыкальный инструмент, способный порождать громкие звуки.

Собственным замком охотно пользуются ракообразные. Личинки морских желудей и морских уточек, относящихся к отряду усоногих, ведут свободный образ жизни, но уже в самом раннем возрасте обзаводятся двухстворчатой раковиной и с этого момента и до глубокой старости живут безвылазно в собственном доме, не покидая его ни на миг. Из приоткрытой раковины торчат лишь шесть пар весел — грудных ножек хозяина раковины.

Немного постранствовав, личинка находит подходящее местечко и, прикрепившись к твердому субстрату, превращается во взрослого рака. Морские желуди строят себе дом в виде конической башенки, не имеющей ни крыши, ни пола. Дыра в потолке закрывается парой подвижных пластин, образующих крышечку. Это наружная дверь. Рачок лежит в своем доме на спине, прикрепившись к субстрату затылком, разросшимся в виде подошвы.

Морские уточки живут в двухстворчатых раковинах, часто имеющих еще и дополнительную крышечку. В отличие от морских желудей передняя часть их головы разрастается в длинный стебелек, высовывающийся через отверстие в нижней части раковины. Им уточка прикрепляется к твердому субстрату. У представителей более предусмотрительных видов стебелек покрыт известковыми чешуйками. Благодаря защитной оболочке «якорный канат», на котором болтается домик, становится более надежным.

Ведя отшельнический образ жизни, трудно обзавестись потомством. Чтобы когорты рачков не скудели, природа сделала их гермафродитами. Однако, располагая возможностью справляться с делами размножения самостоятельно, морские уточки и желуди часто нарушают обычай отшельников, пренебрегая благами гермафродитизма. Происходит обыкновенное спаривание, во время которого одна особь выступает в роли самки, а другая — самца. Это возможно лишь в тесных поселениях и только благодаря очень длинному совокупительному органу, который во время спаривания высовывается из замка жениха, проникает в замок соседа и выделяет сперму в мантийную полость рачка, играющего в этот момент роль самки. Но если рачок живет в полном одиночестве, то может прибегнуть к самооплодотворению.

Расселение личинок — важнейший этап в жизни этих животных. Подыскивая участок для постоянного жительства, юное поколение плывет против течения. Уцепиться за твердую поверхность удается только в том случае, если скорость течения не превышает 2 километра в час. К выбору участка под жилье личинки относятся весьма придирчиво. Они не всегда остаются жить там, куда вынесет их течение, и способны «прислушаться» к мнению старших. Если в поисках собственного места под солнцем личинка наткнется на раковину рачка того же вида, она старается устроиться где-то рядом. Это разумно. Соседство соплеменников свидетельствует о том, что место выбрано правильно. На стенках вновь возводимых портовых сооружений можно наблюдать, как возникают новые колонии. Оказалось, что чистая бетонная поверхность заселяется отдельными пятнами и только позже пространство между ними осваивается продолжающими прибывать странниками.

В своей среде рачки ведут себя по-джентльменски. Выбирая индивидуальный участок, личинки учитывают интересы соседей и стараются не стеснять их своим вторжением. Они никогда не селятся в непосредственной близости от занятых участков и не прикрепляются к стенам стоящих там замков. Это правило нарушается лишь в перенаселенных поселениях, где свободные места отсутствуют. По мере увеличения размеров известковых домиков в колониях становится тесно, а рачьи замки оказываются стоящими стена к стене.

Здесь конкуренция неизбежна. Так как «фундаменты» домов расти вширь уже не могут, у более старших, а может быть, более расторопных морских желудей расширяется объем верхних этажей. Низенькие домишки молодых рачков оказываются зажаты между небоскребами соседей, замурованы ими, а их хозяева гибнут или влачат жалкое существование.

Совсем иное отношение у морских желудей к чужакам, рачкам иных видов. С ними вообще не церемонятся. Личинка позволяет себе поселиться впритык к дому чужака, обосноваться на его стенах или крыше. Если подвернется случай, над чужаком учинят расправу.

Вот пример из жизни балянусов. Морские желуди семейства хтамалюс хорошо переносят обсыхание и в прибойной зоне заселяют высокие участки прибрежных скал, где другим рачкам не выжить. Ниже царствуют балянусы. Личинки хтамалюсов селятся и в их колониях, но балянусы растут быстрее, и у них более массивные раковины. Быстро увеличиваясь в размерах, они просто срывают с камней домики соседей, которых справедливо считают чужаками.

Надежный замок или «бронетранспортер» — предмет зависти многих подданных Посейдона, но далеко не все способны стать строителями. Выход из затруднительного положения прост — занять чужую постройку. Стыдливый краб не единственный представитель ракообразных, пользующихся для защиты раковинами моллюсков. Обширное и широко распространенное семейство раков-отшельников не может без этого существовать. Их брюшко, а иногда и большая часть тела лишены твердых покровов. Они прячут их в раковину брюхоногого моллюска и всюду путешествуют со своим переносным домом.

Так же поступают ценобиты — сухопутные раки-отшельники. Жилище этого домовитого существа должно точно соответствовать размерам хозяина. В случае опасности ему необходимо уместиться здесь целиком, забаррикадировав вход клешнями. Если раковина велика, это у него не получится, слишком широкими окажутся двери, да и на ходу она будет хлябать. Еще опаснее тесный дом, там не спрячешься. Поэтому по мере роста, после каждой линьки раку приходится подыскивать более обширное помещение.

Отшельник сильно дорожит своим бронированным убежищем. Примеряя на себя новую раковину, он продолжает удерживать клешнями старую, пока не убедится, что в новом доме ему будет удобно. Подобная предосторожность отнюдь не лишняя. На морском дне жилья не хватает. Стоит на минуту зазеваться, и раковину украдет какой-нибудь рак, нуждающийся в улучшении жилищных условий.

Невозможно рассказать обо всех строителях, живущих в океане. Одних лишь червей, прикрепляющих свои известковые трубки к камням и скалам, к отмершим остовам коралловых колоний или к раковинам моллюсков, здесь великое множество. Некоторые черви строят свои трубки из менее прочных материалов, укрепляя ими стенки норок. Вообще умение зарываться в мягкий грунт или устраивать в нем убежище имеет в океане самое широкое распространение. Этим пользуются даже моллюски.

Особенно умелые землекопы — высшие десятиногие раки. При наличии десяти одновременно работающих лопат это уже целая землечерпалка. Краб или рак, ловко работая ногами, мгновенно исчезает в иле. Креветки и крабы, в том числе крабы-плавунцы, чаще закапываются в горизонтальном положении и сидят, выставив наружу антенны и перископы глаз, другие закапываются вертикально. Если поблизости окажется подходящая добыча, краб может выскочить из своего убежища и пообедать, но обычно сидит неподвижно до темноты и трапезничает ночью. Чтобы не задохнуться в вязком грунте, землекопы принимают меры предосторожности. Одни стремятся, чтобы перед входом в жаберные полости находилось небольшое свободное пространство, заполненное водой. Другие, зарываясь, сдвигают свои антенны,

а уместившись поудобнее, слегка раздвигают их. В результате в грунте образуется канал, по которому в убежище рака поступает вода.

Опытные землекопы строят настоящие подземные галереи, недаром одно из семейств десятиногих зоологи нарекли раками-кротами. Чтобы избежать обвалов, шахтеры трамбуют стенки коридоров своим телом или цементируют их выделениями специальных желез. Мелкие десятиногие, которым не под силу серьезная постройка, приспособились жить в трубках червей, в ходах, выточенных моллюсками, в норах других существ. Конструкция нор и их благоустройство зависят от квалификации строителей. Маленькие манящие крабы, обитающие на пляжах, обнажающихся во время отлива, оборудуют свою нору дверью. Это кусочек подсохшего грунта, которым краб прикрывает сверху отверстие норы, когда желает уединиться.

Жилище пальмового вора бывает оборудовано водоснабжением, вертикальной шахтой до водоносных горизонтов, а спальню он выстилает волокнами кокосовых орехов. Зачем закованному в панцирь существу мягкая постель, сказать не берусь. Может быть, во время линьки ему неприятно лежать на голой земле в еще не затвердевшем панцире.

Среди обитателей донных отложений очень много двухстворчатых моллюсков. Для землекопов характерны гладкие и плоские раковины, способные входить в ил, как нож в масло. Нога окружена мантией, а когда нужна ее помощь, она высовывается через специальное отверстие. Это предохраняет мантийную полость от проникновения туда грязи. Все роющие моллюски имеют длинные сифоны, высовывающиеся над поверхностью грунта, что позволяет дышать и питаться, зарывшись с головой в ил. Среди лучших землекопов мии. Они способны зарываться в песок и умеют укреплять стенки норки слизью. Длинные сифоны позволяют песчаной ракушке жить на глубине 20—30 сантиметров, выставив наружу водозаборник и сливной шланг.

Корабельные черви заменяют в царстве Посейдона шахтостроителей и саперов. На самом деле это никакие не черви, хотя внешне на них ужасно похожи. В ранней юности личинка корабельного червя напоминает моллюска. Прикрепившись к куску древесины, она проде-

лывает в ней тоненький ход и скрывается в выточенной норке. Снаружи торчат лишь трубочки-сифоны для забора свежей и выброса отработанной воды да два известково-хитиновых выроста, находящихся у червя на попке. Они должны обезопасить древоточца от укуса сзади и не дать хищнику проникнуть в норку. Крошка заметно толстеет и быстро растет. Поэтому следующие участки норки древоточцу приходится делать попросторнее.

Уйти далеко от входа моллюск не может: у него слишком короткие сифоны. Единственный выход — расти самому. Вот почему он приобретает вид червяка, у которого на переднем конце тела находится двухстворчатая раковина с зазубренными гребнями, уже ничего не прикрывающая. Моллюск использует ее как сверло. Здесь же находится маленькая нога, создающая опору при производстве вращательных движений, и все важнейшие органы. В червеобразном теле располагается главным образом слепой мешок наполненного опилками желудка.

Наши черноморские и балтийские корабельные черви невелики: обычно до 25, реже 50 сантиметров длиной. В тропиках они толще и достигают двухметровой величины. Внутренние стенки их жилища прекрасно отполированы и вместо лака покрыты тончайшим слоем извести. Корпуса судов, сваи, деревянные береговые сооружения очень скоро бывают буквально нафаршированы древоточцами, но их длинные извитые ходы нигде между собой не соединяются: черви умудряются избегать встреч с бесчисленными соседями. Кусок дерева, над которым поработали корабельные черви, на распиле выглядит как ноздреватый сыр и теряет 95 процентов своей первоначальной прочности. Пока люди не научились защищать деревянные корпуса судов, они не могли совершать длительных морских путешествий: корабли разваливались в пути.

В доисторические времена корабельные черви бедствовали. Реки не выносили в океан достаточного количества древесного мусора, чтобы удовлетворить армию голодных древоточцев. Моллюскам приходилось довольствоваться одревесневшими частями морских растений, что означало жизнь на голодном пайке, так как гемицеллюлоза, углевод из клеточных стенок водорослей, переваривается хуже, чем целлюлоза обычной древесины.

Только мангры выполняли роль оазисов. В пищу древоточцам годятся лишь самые мелкие опилки. Их переработку берет на себя печень моллюска. Ее многочисленные отростки прорастают сквозь стенки желудка. Мельчайшие кусочки древесины захватываются клетками печени, и там целлюлоза разлагается до глюкозы.

У корабельного червя около 70 близких родственников. Кое-кто из них живет на мелководье в песчаных наносах дна и свою шахту укрепляет известковыми «тюбингами», а более далекие родичи известны тем, что способны протачивать ходы не только в береговых утесах, сложенных относительно мягкими известняками, но даже в бетоне! Да что там бетон! Морские ежи — пурпурные стронгилоцентротусы, чтобы обзавестись убежищем, способны с помощью длинных и крепких игл высверливать углубления даже в стальных сваях!

Моллюски-камнееды в качестве сверла используют раковину. Зоологи считают, что морские финики, а возможно, и морские буравчики предварительно размягчают известняк кислотой, от которой «сверло» защищено конхиолиновым покровом. Большинство камнеедов, еще в юности высверлив в камне небольшую норку с узким входом и более обширной спальней, коротает в ней свой век. Лишь некоторые виды сверлят камни всю жизнь, вытачивая извилистые норы метровой длины. В каменном убежище, конечно, темно. Неудивительно, что морские буравчики фолосы, в том числе живущие в Черном море, способны ярко светиться!

Среди шахтеров достойное место занимают ракообразные, относящиеся к немногочисленному отряду остогрудых, которых правильнее было бы назвать сверлильщиками, так как они живут в толще известковых раковин моллюсков и стволах кораллов, самостоятельно вытачивая для постоянного жительства индивидуальную пещерку. Тело этих ракообразных состоит главным образом из большой головы, разделенной перетяжкой на две части, да маленького грудного отдела. Передний отдел головы предназначен для сверления. Именно здесь находится хитиновая пластинка, единственная по-настоящему твердая часть рачка. Технология «горных» работ сочетает механическое действие пластинки и размягчение известняка с помощью специальной жидкости, выделяемой маленькими порциями. Раковина шахтерам ока-

залась не нужна. Стены родного блиндажа дают достаточно надежную защиту.

Чтобы не создавать в доме антисанитарных условий, от анального отверстия пришлось отказаться. Сверлильщики пользуются ртом и для того, чтобы набить кишечник, и для того, чтобы избавиться от непереварившихся остатков. В маленьком грудном отделе рачка для огромного кишечника мало места, поэтому он располагается главным образом в ненормально большой голове. Таков в общих чертах портрет самки. Самцы значительно меньше ростом и выглядят недоразвитыми. Они находят самку еще до того, как она завершит строительство семейной пещеры, и, прицепившись совокупительным органом к мантии, супруг не покидает ее до самой смерти.

Удивительно, но сверлить способны даже губки. Яркий пример — клионы. Они проделывают отверстия в раковинах моллюсков, в отмерших кораллах или просто в известняках. Горными работами занимаются главным образом в молодости. Личинка губки, найдя подходящий субстрат, превращается в губку и начинает строить шахту. Сначала это просто крохотная ниша — убежище для строителя. Затем параллельно поверхности обживаемого субстрата проделываются каналы, которые заполняются растущей губкой. Для дыхания и питания строятся многочисленные «иллюминаторы», из которых любопытная губка постоянно выглядывает. По мере роста шахтер так истачивает субстрат, что он начинает разрушаться, и состарившаяся губка вынуждена жить открыто, но теперь ей никакие враги не страшны. Если кто-нибудь слижет губку со скалы, ее остатков, скрывающихся в каналах, будет достаточно для регенерации утраченных частей.

Сверлящие губки, выбросившие десант на устричную банку, производят здесь настоящее опустошение, так как вызывают гибель устриц, а поселившиеся на береговых утесах приводят к разрушению берега. Зато колонии губок на коралловых рифах полезны. Большие куски источенных кораллов отламываются от верхних участков рифа и падают вниз. В результате дно у его основания постепенно поднимается и создает подходящую строительную площадку для поселения здесь новых колоний кораллов, в конечном итоге до роста самого рифа.

Никто толком не знает, как работает проходческий комбайн губок. Предполагают, что размягчение известковой поверхности происходит благодаря действию угольной кислоты, образующейся из углекислого газа, выделенного губкой. Затем амебовидные клетки ее тела прикрепляют к известковой поверхности нитевидные ложноножки и тянут, выламывая из монолита мельчайшие известковые чешуйки. У сверлящих губок скелет образован из микроскопических кремневых игл. Не исключено, что губка постоянно елозит по занятой поверхности, трется своими иглами и тем облегчает ее разрушение.

К сожалению, неприступных крепостей не бывает. Вспомним хотя бы взятие Суворовым Измаила, к тому же в условиях значительного численного превосходства противника! Или падение в 1942 году Сингапура под натиском японских агрессоров. В океане обитает немало хищников, питающихся хозяевами замков, или «бронетранспортеров», хорошо защищенных каменными стенами своих убежищ. Для овладения замком не обязательно быть сапером. Из истории известно, что в хорошо защищенные крепости можно проникнуть с помощью троянского коня.

Морские хищники коварны. Устрицы — излюбленная пища для некоторых морских звезд. На устричных банках они производят настоящие опустошения: устрицы оказываются съедены, но створки раковин не имеют повреждений. Не подумайте, что морские звезды способны силой открыть «крепостные» ворота замка моллюска. Они поступают гораздо проще. Вывернув наизнанку желудок, звезда подкарауливает момент, когда устрица приоткроет раковину. Достаточно крохотной щелки в миллиметр шириной, чтобы желудок оказался в апартаментах моллюска. Теперь звезда может без помех переваривать жертву в ее же собственном доме. А когда моллюск погибнет и створки раковины раскроются, нетрудно и «обглодать» их внутреннюю поверхность.

Большинство хищников при взятии крепости применяют грубую силу. Крупные пурпурные улитки, к которым относится получившая всенародную известность рапана, способны раскрыть створки раковины двустворчатого моллюска. Другие попросту давят их, действуя, как щипцы для колки орехов. У этих улиток на спинной

стороне задней части ноги находится роговая крышечка, используемая как дверь. Когда улитка хочет перекусить, она выбирает небольшого двустворчатого моллюска, хватает его ногой, а твердой крышечкой прижимает к острым выпуклостям устья раковины и с силой тянет внутрь, при этом давит действительно как орех.

Устричное сверло более квалифицированный взломщик. Это существо сверлит в раковине жертвы небольшое отверстие, а затем сливает туда слизь, вырабатываемую гипобранхиальной железой. Слизь выполняет роль моющего средства и предназначена для поддержания чистоты в мантийной полости, но у пурпурных улиток она содержит ядовитые вещества, помогающие подавлять размножение всевозможных бактерий, норовящих там поселиться, и способные парализовать мускулы-замыкатели, после чего раковина жертвы сама раскрывается.

Сверление — процесс медленный. Устричное сверло затрачивает на одну жертву от 20 часов до полутора суток. А сколько при этом расходуется энергии! Да и иструментом, который бы выдерживал такую работу и не снашивался, обзавестись нелегко. Многие переднежаберные моллюски, к которым относятся пурпурные и пупочные улитки, используют четырехпроцентный раствор серной кислоты. И не считайте это чем-то особенным, ведь выделяют железистые клетки желудка человека соляную кислоту. У моллюсков кислота настолько сильна, что, попадая на мрамор, шипит, пузырится и легко растворяет раковины моллюсков. Нападая на свою жертву, улитки выделяют каплю кислоты, которая разрыхляет небольшой участок раковины. Затем хищница расчищает отверстие при помощи терки и, засунув в него хоботок, поглощает теперь уже совершенно беззащитную жертву.

ТОРПЕДО

В нашей стране слово «торпеда» и слова с тем же корнем имеют довольно широкое хождение. Однако общеупотребительным это слово сделал не самодвижущийся снаряд, а одна из популярнейших футбольных команд страны. А родилось оно на Аппенинском полуострове еще задолго до начала нашей эры. Им была на-

звана одна из достаточно обыденных и в то же время наиболее необычных рыб Средиземного моря, давшая латинское название семейству гнюсовых скатов. По-русски ее называют обыкновенным электрическим скатом.

О существовании удивительных морских скатов и пресноводных электрических сомов, способных наносить людям довольно неприятные и плохо объяснимые «удары», знали еще древние греки и египтяне. В долине Нила изображения электрических сомов и сейчас еще можно увидеть на стенах гробниц и усыпальниц. Греки называли их «нарке», что значит «помрачать». Отсюда происходит современное слово «наркоз». Позже на-



звание нарковых присвоили особому семейству электрических скатов тропической зоны океанов.

Римляне предполагали, что наркотическое действие скатов объясняется выделением в воду ядовитых веществ. Было замечено, что яд выделялся, только когда появлялась добыча или на рыбу кто-то нападал. Яд действовал и на человека, причем прямо через кожу, но не был смертелен. Прикосновение к рыбе ощущалось как удар, рука невольно отдергивалась.

Медицина зиждется на использовании ядов. Медики древности не оставили яд скатов без внимания. Существует предание, что римский император Тиберий, страдавший подагрой, наступил, купаясь в море, на электрического ската. Электрические разряды, которыми его попотчевала рассерженная рыбина, уменьшили боль в ногах. Отсюда якобы и возникла идея скатолечения, прообраз будущей электротерапии. Предполагают, что официально в медицинскую практику скатов ввел классик античной медицины, лейб-медик нескольких римских императоров Клавдий Гален. Он широко пользовался ими для лечения всевозможных заболеваний. Скатов специально отлавливали и содержали в морских садках. Римские врачи считали их яд очень полезным лекарством.

Тайна электрических скатов долго не поддавалась расшифровке. В 1773 году Джон Уолш столкнулся с удивительным и необъяснимым свойством их яда. Оказалось, что он легко проходит сквозь металл, но полностью задерживается стеклом. Это обстоятельство придало оружию скатов еще большую таинственность. Неудивительно, что снаряд, придуманный и испытанный в 1805 году Р. Фултоном, который тайно от врага должен был подводиться под днище военных кораблей и взрываться под водой, был назван им в честь коварных скатов «торпедо».

Впервые изобретение применили только 50 лет спустя во время Крымской войны в ходе обороны Кронштадта. Русский вариант неподвижных подводных снарядов был создан по инициативе академика Б. С. Якоби. Конструктор оставил за своим изобретением, способным внезапно поражать корабли, название «торпедо», слишком их действие напоминало непонятные удары, наносимые скатами. В дальнейшем оно сохранилось лишь

за подводным самодвижущимся снарядом, больше напоминавшим рыб, а изобретение Якоби получило наименование мины.

Тайна скатов была разгадана сравнительно недавно. Разыскать электрические органы, расположенные с каждой стороны тела между грудным плавником и головой, удалось итальянскому зоологу Франческо Реди. Известный французский ученый Жак Арсен д'Арсонваль, погибший в годы фашистской оккупации, 18 лет жизни посвятил узучению функций электрического органа. Он демонстрировал живое электричество на заседаниях Парижской академии наук. Небольшая десятисвечовая лампочка накаливания подсоединялась металлическими проводниками к электрическим органам рыбы. Когда ската «обижали», нанося ему болевое раздражение, он пускал в ход свое оружие, и лампочка ярко вспыхивала.

Ученый с огромной эрудицией, физиолог и физик, человек, стоявший у колыбели автомобилестроения, рентгенотехники, электрификации и радиовещания Франции, д'Арсонваль не прошел мимо живых электростанций. Воспользовавшись опытом римских врачей, он в 1896 году разработал приемы электролечения, которое получило название дарсонвализации, и создал для этого соответствующую аппаратуру. Ученый установил, что переменный ток высокой частоты, от тысячи до миллиона колебаний в секунду, даже при высоком напряжении не вызывает у человека неприятных ощущений, но может оказывать значительный терапевтический эффект. На первых порах это было настолько удивительно, что д'Арсонвалю никто не верил. Ему пришлось посетить ряд стран, чтобы продемонстрировать свои опыты. Изобретатель удостоился приглашения от Российской Академии наук и даже был принят в Зимнем дворце. Так скаты стали родоначальниками электролечения — особой области физиотерапии.

Рыбьи электростанции вырабатывают поистине чудовищный ток. Разряды некоторых пресноводных рыб достигают 600 вольт, а их мощность — нескольких киловатт. Для сравнения напомню, что напряжение тока в бытовой электросети наших городов и сел не превышает 220 вольт. Но это не излишество. Ток меньшего напряжения был бы опасен лишь на совсем близком расстоя-

нии. Напряжение, создаваемое электрическим скатом, значительно меньше и не превышает 60 вольт. Однако этого вполне достаточно, ведь морская вода — прекрасный проводник электричества, а сила тока достигает 60 ампер. В этом случае мощность разряда превышает 3500 ватт! Туристам бы такую походную электростанцию.

Как же удалось природе создать живую электростанцию? Что явилось ее прообразом? В теле животных самый значительный ток вырабатывается крупными мышцами: сердцем и двигательной мускулатурой. Вокруг энергично плывущих рыб создается слабое электрическое поле. Оно особенно велико у миног, миксин и древних примитивных рыб, не научившихся экономно расходовать электрическую энергию. Близ тела плывущей миноги можно зарегистрировать электрические импульсы напряжением в несколько сот микровольт. Нет ничего удивительного, что природа на этом не остановилась и создала более мощные источники тока. Видимо, в тот период, когда на Земле появились первые рыбы, она вчерне закончила создание мозга и периферических нервов с их сложным электрохозяйством и была всерьез увлечена электротехникой, прикидывая, какую еще пользу можно извлечь из электричества. Нужно отдать ей должное: поиски не были напрасны.

Основой для создания электростанций послужили мышцы и нервные окончания, так называемые концевые пластинки, которые превратились в пластинки электрического органа. Они собраны в столбики. Пластинки одного столбика, а их может быть до 10 000, соединены последовательно, а сами столбики — параллельно. У мраморного ската столбики невелики, они содержат максимум 400—1000 пластинок, расположенных в спинно-брюшном направлении, а самих столбиков 45—70. Мощность его электростанции около 1000 вольт. Электрический орган гигантского ската торпедо собран из 2000 столбиков, поэтому его сила бывает велика. Электрические разряды могли бы быть более значительны, но соединение пластин между собою не идеально, и из-за внутренних потерь напряжение тока не достигает возможного максимума.

Электрические органы велики: их вес составляет $^1/_4$—$^1/_3$ часть веса рыбы. Электростанция богато иннервирована. У электрических скатов генерацией импульса

управляют по 4 нервных волокна на каждую пластинку. Первый разряд охотник производит уже через 50 миллисекунд после обнаружения добычи. Сами разряды скатов состоят из коротких серий импульсов по 3—5, реже по 20—30 разрядов в серии. В момент напряженной борьбы частота разряда может достичь 140—290 импульсов в секунду.

Чтобы управлять таким сложно устроенным органом, понадобилось создать в продолговатом мозгу специальный командный пункт. Принцип его работы прост: командных нейронов должно быть возможно меньше. В идеальном случае их всего два — для правой и левой электростанций. Они электротонически сопряжены и поэтому команду дают одновременно. Однако этого еще недостаточно, чтобы обеспечить строгую одновременность разрядов, ведь путь нервного импульса от мозга до ближайшего к голове столбика электрического органа существенно короче, чем до последних. Чтобы разряд всех электрических пластинок произошел одновременно, короткие нервные волокна проводят нервные импульсы медленнее, чем длинные, а переход возбуждения с нервного окончания на электрическую пластинку происходит в синапсах тем медленнее, чем ближе они находятся к голове ската. Это позволяет электропластинкам разряжаться одновременно. Несовпадение начала разряда правой и левой электростанций обычно не превышает 0,1 миллисекунды.

Управление оружием в течение жизни меняется. Новорожденные скаты начинают генерировать электрические разряды с первых мгновений появления на свет. По мере роста рыбы их электрические органы становятся больше, и в управление ими приходится вносить коррективы.

Электрические скаты используют свое грозное оружие главным образом для того, чтобы убивать добычу и, конечно, для обороны. Надежное оружие существенно облегчает охоту. В желудках скатов находили рыб до 1,5 килограмма, которых они убивали с помощью электрических разрядов. Сами электрические скаты легко переносят ток такой силы, который для других рыб смертелен. В значительной степени действие собственных разрядов ослабляется хорошей проводимостью морской воды и наличием слизи, покрывающей кожу рыбы.

Эта слизь в несколько раз более электропроводна, чем морская вода. На воздухе, когда электрический ток, так сказать, не покидает тела рыбы, мышцы мраморного ската сокращаются в ответ на каждый разряд его электрического органа.

Электрические скаты — крупные рыбы, нередко достигающие 2-метровой длины и 100-килограммового веса, с почти круглым диском тела и голой, лишенной шипов и колючек кожей. Многие ярко и пестро окрашены. В настоящее время на земле обитает три семейства электрических скатов: гнюсовые, нарковые и темеровые. Наибольшей известностью пользуются гнюсы. Они населяют как тропическую зону, так и районы умеренного климата. Эти скаты обычны для Атлантического океана и Средиземного моря и меньше своих родственников связаны с мелководьем, обитая в зоне глубин до 500 метров. К ним относятся и настоящие глубоководные виды вроде ската Морсби, обитающего на глубине около километра.

Гнюсовые скаты — малоподвижные существа, плохо и неохотно плавающие. Большую часть жизни они проводят, зарывшись в песок или ил, оживляясь лишь для того, чтобы разрядить свои «батареи» и перекусить подвернувшейся дичью. Свою основную добычу — мелких ракообразных и червей, пораженных электрическим разрядом, они подбирают без особой спешки. На крупную, уже оглушенную рыбу скаты бросаются стремительно, стараясь обхватить ее грудными плавниками, и продолжают генерировать электрические разряды, чтобы окончательно добить.

Семейство нарковых скатов обитает только в тропической зоне Индийского океана, в прибрежной полосе его многочисленных островов. К числу наиболее интересных представителей этого семейства относится слепой скат с глазами, полностью скрытыми под кожей. Эти рыбы живут в прозрачной воде мелководья у побережья Новой Зеландии. Чем вызвана утрата глаз, ученым пока неизвестно.

ХИМИЧЕСКАЯ ВОЙНА

Исполинов в океане совсем немного, и не они вносят главный вклад в общую биомассу, хотя условия для их существования здесь самые подходящие. Океан —

царство мелюзги. А мелким животным обороняться трудно. У них не может быть ни рогов, ни копыт, а их замки не бывают настолько прочны, чтобы выдержать натиск крупного хищника. Вот почему здесь, как нигде на земле, развито применение химического оружия. Иметь в кармане пузырек с ядом может позволить себе любая малявка. Однако ядом чаще всего пользуются хищники, у которых тоже нет ни клыков и ни когтей, а обедать все-таки нужно.

Губки — фильтраторы. Они с огромной для таких маленьких существ скоростью порядка 500 метров в час прокачивают воду через свое тело, выуживая из нее все съедобное. Одноклеточные организмы, оказавшиеся в непосредственной близости от губки, теряют подвижность и увлекаются внутрь. Видимо, это действие яда. Его использование обеспечивает бесперебойное поступление пищи. Иначе микроорганизмы, способные активно передвигаться, могли бы удрать. Исследования показали, что тело губок действительно содержит бактерицидные (убивающие бактерии) вещества.

Весьма своеобразным оружием, свойственным только водным, преимущественно морским организмам, обладают многие одноклеточные (реснитчатые инфузории и жгутиконосцы), а также представители кишечнополостных — медузы, актинии и другие гидроидные полипы. Вряд ли они, с их нежным, а нередко и студнеобразным телом, выжили бы в окружении вечно голодных хищников без надежного личного оружия — «батарей» стрекательных клеток.

Внутри такой клетки находится хитиновый пузырек — стрекательная капсула, заполненная ядовитой жидкостью, с находящейся внутри полой нитью, вывернутой наизнанку и закрученной в спираль. Эта нить выполняет роль отравленного ядом гарпуна. То место капсулы, через которое он выбрасывается, прикрыто колпачком, иногда снабженным чувствительной щетинкой, выступающей на поверхность тела. Она ведет контроль за состоянием окружающей среды и дает команду на выстрел. Нить густо покрыта шипами, расположенными в три спиральных ряда. В покоящихся капсулах шипы повернуты вперед и плотно прижаты к нити. Когда в тело врага вопьется гарпун, шипы отгибаются и прочно удерживают его в теле жертвы.

Существуют стрекательные клетки четырех типов: для прикрепления животного к субстрату, для удержания добычи или для ее умерщвления и для обороны. У последних двух типов наконечник стрекательной нити имеет отверстие, через которое в тело врага или жертвы впрыскивается яд. Оружие, даже не оснащенное чувствительной щетинкой, действует оперативно. Выстрел возникает при механическом раздражении и при воздействии химических веществ. В ответ на поступившую команду стрекательная капсула выбрасывает нить, которая выворачивается, как палец резиновой перчатки. Сила выстрела огромна. Микроскопический гарпун легко пронзает отнюдь не микроскопические хитиновые покровы мелких организмов. При этом он в три раза увеличивается в длину.

Яд стрекательных капсул легко убивает мелких и мельчайших животных, а у таких субъектов, как физалии, прикосновение к которым воспринимается как удар электрического тока, может быть опасным даже для человека. Яд действует в первую очередь на сердечно-сосудистую систему и на процессы перехода нервного возбуждения на мышцу.

Опасаться следует даже мелких и плохо заметных животных. К ним относятся жители тропиков кубомедузы, имеющие небольшой выпуклый купол до 10—15 сантиметров в высоту. Встреча с ними не только вызывает жгучую, трудно переносимую боль, но чревата опасностью остановки дыхания и смерти. Во время последней войны, когда в Австралию из Англии, Польши, Румынии и других европейских стран хлынул поток беженцев, стали происходить случаи загадочной гибели приезжих, купающихся в море. Это — следствие знакомства с «морской осой».

Догадаться о причине гибели людей было нелегко, так как смерть от паралича сердца наступала уже через 30—40 секунд или 2—3 минуты после контакта с осой, а на теле жертвы никаких следов не оставалось. Местное население от яда медуз не страдает, каким-то образом исподволь приобретая к нему иммунитет. Но если даже новичка удавалось спасти, память о встрече с осой оставалась на всю жизнь в виде некроза кожи, долго незаживающих язв и глубоких некрасивых рубцов.

Чуть менее опасна дискомедуза «морская крапива», жительница тропиков, и волосатая цианея с зонтиком диаметром до 2,5 метра, распространенная в более холодных водах. При столкновении с ними дело ограничивается болью и кожными явлениями.

Крестовичок — самая опасная медуза, обитающая в прибрежных водах Советского Союза, встречается у наших дальневосточных берегов. Это крохотная медузка с высоким прозрачным куполом слабого желтовато-зеленого цвета, диаметром всего 2,5 сантиметра с 80 щупальцами. Живет она на небольших глубинах, а во время нереста подходит к берегам. Бывают моменты, когда купаться совершенно невозможно. Встреча с медузой оборачивается болью, и через 10—15 минут на месте ожога выступает сыпь. Самое страшное — падение тонуса мышц. Оно развивается из-за нарушения нервно-мышечной передачи. Позже возникает боль в конечностях и пояснице, временная слепота и глухота, сознание помрачается, что сопровождается бредом, галлюцинациями, двигательным возбуждением, учащением сердцебиения. В иные годы для медиков Владивостока крестовичок оборачивается серьезной проблемой. На Черном море самая опасная медуза — корнерот, вызывающая неприятные ожоги и временами серьезно докучающая отдыхающим.

Пользуются химическим оружием многие кораллы. Палитоксин — яд представителей зоонтарий, одиночных кораллов, внешне напоминающих мелких актиний, в 100 раз сильнее яда кобры. Аборигены Гавайских островов смазывали им наконечники боевых стрел. Жгучие гидроидные кораллы пеннарии устраивают на дне вблизи берегов Флориды крупные колонии. Весьма коварным существом является коралл миллепора, кремово-желтые ветви которого обладают такой утонченной красотой и изяществом, что трудно удержаться и не унести кусочек на память.

Страсть к прекрасному наказуема: обманщик обжигает, как раскаленное добела железо! Жжется не мертвый остов колонии, а миллиарды крохотных полипов, живущих в его порах. Колония всегда готова дать отпор. Ее члены делятся на снабженцев и стражей. Первые — «большеротые» полипы — вечно что-нибудь едят, обеспечивая жизнь всей колонии, другие — безротые —

всегда начеку, и в контакт с ними лучше не вступать.

Немертины внешне напоминают червей, но не состоят с ними в непосредственном родстве. Об этом говорит хобот, не встречающийся ни у кого из червей. Он находится в особом влагалище, а в случае необходимости высовывается наружу. Хобот вооружен острейшим стилетом и связан с ядовитой железой. Химическое оружие позволяет немертинам убивать червей и даже питаться рыбой.

Самые ядовитые среди моллюсков — конусы, владеющие очень красивыми конусообразными раковинами. Эти прелестные существа — хищники, совершающие свои охотничьи набеги под покровом темноты. Их глотка, как и у других брюхоногих моллюсков, имеет терку, состоящую из уплотненной ткани, на которой правильными рядами располагаются зубчики. У конусов они длинные, имеют форму гарпуна и внутренний канал, в который из специального протока поступает вырабатываемый здесь же яд. Он скапливается в пузырьке, а в момент укуса выдавливается в канал зуба. На переднем конце головы находится хоботок, из которого выглядывает один из зубов терки. Он и производит укус, сопровождающийся сильной болью и онемением тканей, распространяющимся от места укуса на все тело. Одновременно возникает одышка и тошнота, расстраиваются слух и зрение, нарушается координация движений, начинает кружиться голова. Если возникает паралич дыхания, гибель человека становится неизбежной.

У лишенных раковины заднежаберных моллюсков ядовитые железы располагаются в коже и служат для обороны, вырабатывая опасную для врагов слизь. А у бабилоний яд продуцируют пищеварительные железы. Существует предположение, что это результат их заражения каким-то микробом. Многие моллюски, в том числе съедобные, поедая ядовитые одноклеточные водоросли, накапливают в своем теле их яды и сами становятся ядовитыми.

Среди головоногих моллюсков химическим оружием балуются лишь мелкие осьминоги и один из видов каракатиц. Яд вырабатывается задней парою слюнных желез. Прокусывая клювом наружные покровы жертвы,

хищник вводит в рану порцию яда, почти мгновенно парализуя добычу. В легких случаях яд вызывает у человека сильную боль и опухоль пораженной конечности. При получении большой дозы яда происходит остановка дыхания, и смерть может наступить уже через несколько минут.

Морские ежи охотно пользуются ядами и владеют прекрасными приспособлениями для их введения. Это иглы. Они покрыты железистым эпителием, вырабатывающим токсины. Когда игла впивается в тело врага, ее кончик обламывается, и в рану вводится яд. Второе приспособление — «педициллярии», от латинского слова «педикулюс» — «стебелек», «ножка». Эти многочисленные придатки в виде трех- или двустворчатых раковин, выполняющих функцию щипчиков, произошли от игл, хотя совершенно на них не похожи. Чаще всего они сидят на гибком стебельке. Их главное предназначение — очистка тела, удаление посторонних частиц, запутавшихся между иглами ежа, и борьба с мелкими квартирантами, пытающимися приискать там жилье. Иногда педициллярии используются для того, чтобы схватить и удержать добычу. Придатки очень подвижны и оснащены мышцами, раскрывающими и захлопывающими бранши щипчиков. У некоторых морских ежей в раковине находится ядовитая железа.

Самые опасные ежи токсопнеустесы. Иногда их называют ежами-убийцами. У них длинные педициллярии, вцепляющиеся в тело жертвы мертвой хваткой. Оторванные от ежа, они продолжают добавлять в рану порции смертоносной беловатой жидкости. Яд вызывает параличи и может стать причиной человеческой гибели. Фиолетовый яд диадемовых ежей не так опасен, но длинные, с вязальную спицу, чрезвычайно острые иглы заставляют относиться к красивым чудовищам с уважением. Опасность контакта с «диадемой» усугубляется тем, что иглы утыканы спирально расположенными шипиками с остриями, направленными назад, что серьезно затрудняет извлечение обломков из раны. Иглы очень подвижны, а их владельцы внимательны. Даже упавшая на ежа тень сейчас же приводит их в движение. Часто несколько игл складываются вместе, образуя пику. В общем, с этим ежом лучше не связываться. Другое дело скальные морские ежи, чей яд смертелен для рако-

образных, но на человека не действует. Их добывают ради вкусной икры.

Многие голотурии съедобны, но и среди них встречаются ядовитые. На Маршалловых островах ядом черных голотурий глушат в мелких водоемах рыбу. Для человека яд не опасен: черных голотурий и убитую ими рыбу охотно едят. Их яды — голотурины — проявляют противоопухолевое действие и помогают при лечении инфекционных болезней. Яды морских звезд спасают их от нападения хищников. Одни из них для человека не опасны, других, вроде тернового венца, вооруженного сотнями острых игл, сидящих на подвижных ножках, лучше не трогать.

В отличие от беспозвоночных, использующих химическое оружие главным образом на охоте, рыбы пользуются ядом при обороне. Это как-то их облагораживает, хотя людям, постоянно имеющим с ними дело, от этого не легче. У одних рыб ядовитые железки находятся в коже и выделяют ядовитую слизь. У других они связаны с различными шипами и колючками. Наконец, ядовитыми могут быть просто ткани тела. Грешат ядами даже акулы и скаты, которых принято бояться главным образом за величину и остроту зубов, правда, только мелкие. У представителей семейства скатов-хвостоколов — длинный, плетевидный и очень подвижный хвост, которым они в случае опасности ловко пользуются. На расстоянии одной трети от основания хвоста находится его знаменитый шип. У некоторых видов их бывает 2, 3 и даже 4. Шип очень тверд, по форме напоминает гибкую шпагу, лезвие которой покрыто небольшими зубчиками, направленными к его основанию.

Шип хвостокола всего лишь кожный «зуб», видоизмененная чешуя. Если ему случается отломиться, на его месте вырастает новый. Шпага хвостокола длиною 40—50 сантиметров — серьезное оружие. Она способна нанести глубокие колотые и резаные раны. Опасность усугубляется тем, что в рану по двум глубоким бороздкам шипа, идущим вдоль его нижней стороны, из специальных железок, расположенных здесь же, стекает ядовитый секрет, вызывающий у человека мучительную боль и даже временные парезы или параличи.

Свое оружие скаты используют только для обороны, оно защищает их от нападения сзади и сверху.

Для охоты шпага не годится. Древние греки всерьез побаивались ее. Они знали, что шип ядовит, и приписывали ему почти магическую силу, о чем упоминается в различных легендах и преданиях. Согласно одной из них шип хвостокола сыграл трагическую роль в судьбе легендарного героя Греции мифического царя острова Итаки Одиссея.

В дальневосточных морях обитают многие представители семейства хвостоколов и среди них гигантский длиной до 2,5 метра. Самый крупный член этого семейства — хвостокол капитана Кука достигает 2 метров в ширину и около 5 метров в длину! В некоторых районах океана скатов бывает так много, что дно, усеянное их телами, напоминает мостовую, вымощенную крупными ромбовидными плитками. Такую картину наблюдал Жак Ив Кусто, совершая подводные экскурсии у Лазурного берега Франции. В сравнении со скатами-великанами черноморский хвостокол морской кот не кажется особенно опасным, но, уверяю вас, при встрече самое благоразумное оставить его в покое.

Острыми шипами снабжены представители близкого к хвостоколам, очень своеобразного семейства чрезвычайно эффектно окрашенных скатов-бабочек. Броская рубашка не демаскирует ската, лежащего на дне тропического моря, среди тамошнего буйства красок. Зато когда потревоженные чем-нибудь рыбы взмывают ввысь и, неторопливо помахивая крыльями-плавниками, скользят в прозрачной, освещенной солнечными лучами воде, кажется, что в море резвятся гигантские бабочки.

У этих скатов небольшой хвост, зато тело чрезвычайно широко и имеет вид треугольника, основание которого в 1,6 раза больше его высоты, а размах «крыльев» достигает 4 метров. Такие громадины в наших морях не встречаются. Длина японского ската-бабочки, иногда появляющегося у самых южных берегов Советского Приморья, — 65 сантиметров, а размах крыльев более метра. Несмотря на свои внушительные размеры, скаты-бабочки менее опасны, чем хвостоколы, так как их короткий толстый хвост менее подвижен, а шипы невелики.

Из костистых рыб самыми опасными являются бородавчатки. Эти небольшие, медлительные, неповоротливые существа живут на мелководье тропических морей

и коротают дни среди обломков кораллов, забившись в щель или зарывшись в песок. Окраска и многочисленные бородавки хорошо маскируют хищника. Оружием рыбам служат 12 или 13 лучей спинного плавника, превратившихся в колючки, каждая из которых оснащена парой желез с сильнейшим ядом. Шипы не длинны, зато остры и прочны. Резиновая подошва далеко не всякой обуви способна предохранять ногу от повреждения. По обеим сторонам шипа есть канавки, по которым яд поступает к кончику иглы и впрыскивается в рану. У основания колючек имеются «запоры», фиксирующие их в боевом положении.

Яд вызывает сильную боль и отек тканей. Затем на пораженном месте возникает некроз. При поступлении в организм значительной дозы яда человек теряет сознание, а дыхание и функции сердечно-сосудистой системы нарушаются. Смерть может наступить в течение нескольких минут. Описан случай, когда ловец рыбы из Южной Африки, наступивший на бородавчатку и получивший сквозь подошву обуви укол второго пальца левой ноги всего лишь одним шипом, через час умер.

Много неприятностей доставляют людям морские дракончики. Эти небольшие рыбки немало времени проводят на дне. У дракончиков два спинных плавника. Первый — короткий, несет всего 5—7 шипов, второй — значительно длиннее и содержит до 25 лучей. Ядоносными бывают лишь шипы жаберных крышек да первый шип первого спинного плавника.

На затаившегося дракончика легко наступить, но можно подвергнуться и активной атаке, спугнув ненароком рыбку с насиженного местечка. Выскочив из укрытия, дракончик бьет обидчика ядовитыми шипами, нанося болезненные уколы. Боль поистине нестерпима. Мне довелось видеть, как взрослый мужчина, неосторожно наступивший на опасную рыбку, полчаса дико кричал и катался по песку, пока усилиями медиков боль не удалось снять.

Яд не смертелен, но может вызвать параличи, расстройство дыхания и кровообращения. На Черном море несчастные случаи происходят редко, так как обитающий здесь большой дракончик держится на более значительных глубинах, чем его родственник — малый дракончик из южных морей.

Среди представителей соответствующего семейства скорпеновых *, обитающих во всех океанах нашей планеты, около 80 процентов ядовитых. Это в основном донные рыбы с широкой приплюснутой головой и таким же туловищем, вооруженные многочисленными шипами и колючками. В Черном море обитают морские ерши, рыбы съедобные, обладающие отменным вкусом. Яд черноморских скорпен не силен, но знаю по себе, что хотя их уколы не приводят к трагедии, все-таки лучше их избегать.

Среди скорпеновых наиболее опасны крылатки, тоже некрупные рыбы. Наиболее дурной славою пользуется рыба-зебра, раскрашенная кремовыми и бордовыми полосами. Очевидцы, имевшие возможность любоваться крылатками в море, пишут, что рыбка больше всего похожа на миниатюрный фрегат, величаво плывущий под всеми парусами. Музейные препараты, которые мне довелось видеть, больше всего напоминали дикобразов.

Тело зебры оснащено большим количеством плавников, игл и других придатков. 18 ядовиты, 13 растут на спине и украшены небольшими флажками, из них 9—10 очень длинных. Три колючки торчат на брюхе и две охраняют тыл. Над головой плюмаж из дюжины гребешков, а расчлененные грудные плавники топорщатся 15 длиннющими лучами. Все эти лучи, колючки и гребешки также разрисованы в полоску.

Грациозная и обычно неторопливая красавица зебра в минуту опасности преображается и готова сражаться с любым врагом, независимо от его размера. Она быстро поворачивается из стороны в сторону, стараясь стать к противнику спиной, и, пятясь, бьет его спинными плавниками. Яд крылаток чрезвычайно опасен, к счастью, его немного, и трагические случаи крайне редки.

Тела многих рыб нафаршированы ядами. Мясо некоторых иглобрюхих рыб опасно всегда, другие становятся ядовитыми лишь в отдельные периоды жизни. Эти существа ни на кого не похожи. У них широкая спина и укороченное, покрытое шипами тело. Необычайно толстая голова украшена подобием клюва, которым иглобрюхи скусывают и «разжевывают» веточки кораллов, за что получили второе название — скалозубых. Им

* Ядовитая бородавчатка относится к отряду скорпенообразных.

приходится отправлять в желудок такую массу известняка, среди которого капля съедобного, что можно смело сказать, белый коралловый песок тропических пляжей образуется не без их активного участия.

Хвост рыб выполняет лишь функцию руля, а поступательное движение телу придают грудные, спинные и анальные плавники. Малые скорости передвижения отчасти окупаются маневренностью: рыбы могут одинаково ловко передвигаться и головой вперед и хвостом. Характерная особенность иглобрюхих — большой мешок, представляющий собою вырост кишечника. Закачивая туда воду, иглобрюх раздувается, превращаясь в шар. Рыба прибегает к этому приему в минуту опасности и приобретает такие размеры, что становится «несъедобной», так как не лезет хищнику в рот. За эту особенность иглобрюхих называют надувными рыбами.

У иглобрюхих ядовиты кожа, брюшина, печень, икра и молоки. Особенно опасны половые продукты. Яд обладает нервно-паралитическим действием, сходным с кураре, только в 150 000 раз сильнее! Тем не менее в некоторых странах Востока, в первую очередь в Японии, этих рыб употребляют в пищу и даже считают утонченным лакомством.

Они столь ядовиты, что готовить иглобрюхов самостоятельно рискуют немногие. Блюда из них подают в специальных ресторанах под общим названием «фугу». Готовить опасных рыб имеют право лишь повара, прошедшие специальную подготовку и получившие соответствующую лицензию. Для приготовления деликатесных блюд используют все без исключения наиболее ядовитые части тела. Любители фугу говорят, что кушанье по вкусу напоминает цыпленка. Но мода на него, вероятно, связана с дополнительными ощущениями, возникающими при дегустации, с чувством тепла во всем теле, с покалыванием языка и губ, с их онемением, а главное, с легкой эйфорией и естественным возбуждением, возникающим у гурманов за трапезой от сознания рискованности мероприятия. Несмотря на принимаемые предосторожности, в одной Японии фугу уносит около ста жизней в год.

Первые симптомы отравления могут появиться уже через несколько минут после окончания еды и не позже чем через 3 часа. Сначала возникает покалывание и оне-

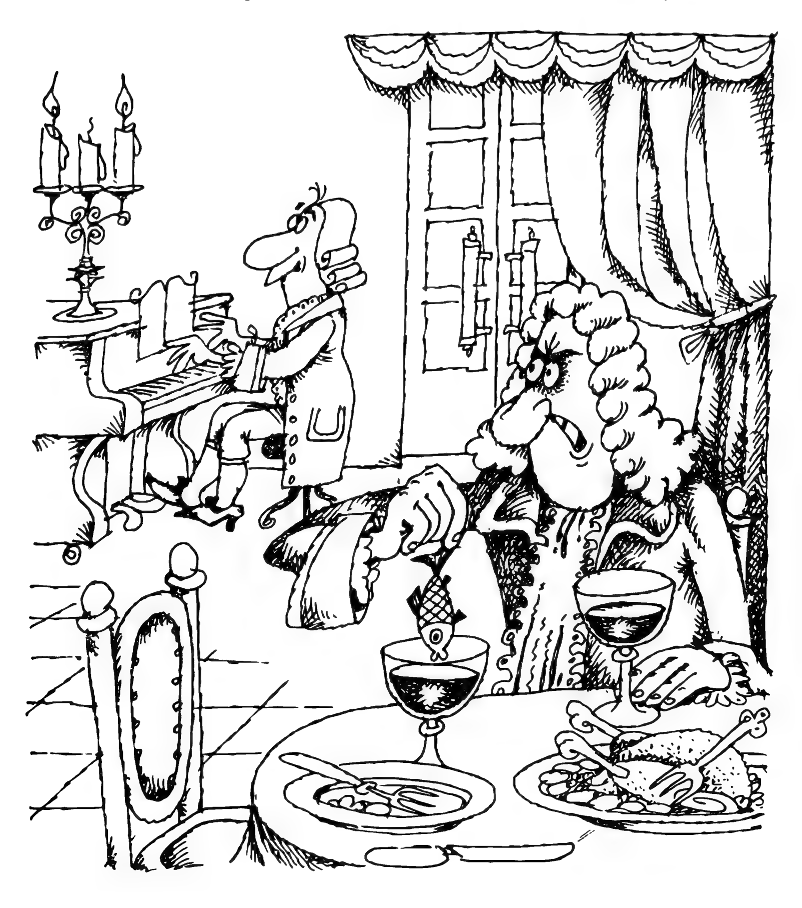
менение языка и губ, то есть те же ощущения, которые обычно дает гурманам фугу. Однако позже они распространяются на все тело. Начинается сильнейшая головная боль, рези в животе, ноют и болят конечности и нарушается походка. Характерным симптомом становится рвота. Если она своевременно не возникает, возможность выздоровления считается маловероятной. Затем нарушается координация движений, расстраивается речь, падает давление крови, понижается температура тела, дыхание затрудняется, наступает потеря сознания и смерть от остановки дыхания. Нередко болезнь развивается стремительно и все кончается за 1,5—6 часов. Ядовитым веществом иглобрюхих является тетродотоксин. Специфических противоядий против него до сих пор создать не удалось.

В океане немало вполне порядочных рыб, которые иногда становятся опасными. Среди них сонные рыбы. Не думайте, что эти существа посвящают сну слишком много времени. У названия иное происхождение. На восточном побережье Австралии, на островах Фиджи и Норфолк, так называют некоторых представителей семейства кифозных рыб. Это энергичные, подвижные существа, размером 35—45 сантиметров с эллиптическим, сжатым с боков телом, покрытым мелкой чешуей. Они растительноядны и живут стаями. Как и у других вегетарианцев, их мясо имеет своеобразный запах морских водорослей и на европейский вкус не кажется особым деликатесом, но местное население везде охотно употребляет кифозов в пищу. Обычно потребители никаких претензий к ним не предъявляют, вот только на острове Норфолк несколько раз наблюдали вспышку странного заболевания. У людей вдруг возникали галлюцинации, кошмарные видения, затем развивалась сонливость, переходящая в длительный глубокий сон, после которого наступало выздоровление.

Врачи подозревают, что причиной болезни является отравление мясом индо-тихоокеанского кифоза. Убедиться в этом пока не удалось. Белые мыши, крысы, собаки, которым скармливали рыб, не обнаруживали повышенной сонливости. А о возникновении у них кошмарных галлюцинаций сказать что-нибудь трудно. У крысы ведь об этом не спросишь! Но вроде и галлюцинации не возникают. Уличить кифозов трудно, ведь мясо дале-

ко не всех рыб и не во всякое время года бывает ядовитым. Скорее всего неприятные свойства кифозы приобретают, питаясь какой-то особой пищей.

Известны и другие виновники отравлений, сопровождающихся галлюцинациями и кошмарами, жжением в горле, мышечной слабостью и частичным параличом ног. Такие случаи зарегистрированы в Японии, на Гавайских островах и в других прибрежных странах. Виновниками их были тропические кефали и султанки. Это донные рыбы, питающиеся илом или живущими в нем животными. Все они, особенно маленькие султанки, длиною 15—20 сантиметров, отличаются отменными вкусовыми



качествами. Еще в Древнем Риме они считались деликатесом. У нас султанки ловятся летом в Черном, а иногда и в Азовском морях. Кефали значительно крупнее. Обитают они по всем морям и океанам. Из них самый частый виновник отравлений — лобан, распространенный у дальневосточных берегов нашей страны, в Черном и Азовском морях. Но у нас за ним ничего предосудительного не замечено.

С отравлениями рыбой связывают целый ряд странных происшествий, изредка возникающих в океане, в том числе таинственные исчезновения судов или их команд. Издавна бытуют легенды о «Летучем голландце», корабле, странствующем по океану без капитана и экипажа. Подобные корабли не домысел суеверных моряков. С ними случались встречи и в наши дни, причем судьбу команды и причину ее исчезновения установить, как правило, не удается. Иногда очевидно, что команда покинула судно внезапно, так как никаких следов предварительной подготовки к эвакуации обнаружить не удается. Вещи, причем довольно ценные, остаются в каютах. Знакомство с камбузом свидетельствует, что шла обычная подготовка к обеду или ужину. В общем, текла обычная корабельная жизнь и никаких внезапных изменений в ней не предвиделось.

Наиболее вероятной причиной появления «голландцев» считается возникновение паники, ужас, внезапно охватывающий людей. Что же может стать его причиной? Назову лишь две. К числу наиболее достоверной относят инфразвуковые волны, возникающие под воздействием ветра, изменений атмосферного давления, подводных землетрясений или извержений подводных вулканов. Известно, что инфразвуки способны воздействовать на психику человека, вызывать необъяснимую тревогу или непреодолимый ужас.

Вторая и, на мой взгляд, более вероятная причина — отравление «сонными рыбами» и массовые галлюцинации. Обычно они носят характер кошмаров. Многократно описанной галлюцинацией является пылающее нестерпимым пламенем море. Галлюцинация усугубляется извращением температурной чувствительности, когда холодное кажется невыносимо горячим, а горячее — ледяным. Поскольку в море едят из общего котла, отравляется вся команда и всех охватывает общий ужас и

сходные галлюцинации. Неудивительно, что моряки спускают шлюпки и команда судна исчезает в просторах океана. Одно из подобных происшествий, к счастью, закончившееся менее трагично, описал в своей книге «Дерево духов» очевидец этих событий, врач, моряк и писатель Юрий Пахомов.

Внезапно стать ядовитыми могут любые рыбы тропиков, в том числе сельдевые: анчоусы, тарпоновые и собственно сельди. Правда, отравления ими случаются редко, зато результаты бывают трагичны. Яд действует так стремительно, что смерть может наступить сразу же после первого проглоченного куска. Сельди питаются планктонными организмами, и, видимо, что-то полученное с пищей делает их несъедобными.

Гораздо шире распространена сигуатера. Так называется один из видов отравлений рыбой, внезапно ставшей ядовитой. Термин возник на Кубе еще во времена испанской конкисты. Им первоначально обозначали пищевые отравления, вызываемые брюхоногими моллюсками. От их местного названия и произошло наименование болезни. Интересно, что этот вид моллюсков на Бермудах давно вымер, но крабовидный рак-отшельник ценобит диоген до сих пор использует под жилье только их раковины, еще сохранившиеся в донных отложениях. Никаких заменителей им в районе Бермудских островов нет.

Виновниками отравлений чаще всего становятся рифовые рыбы: груперы, барракуды, мурены, рыбы-попугаи, рыбы-хирурги и рифовые окуни. Сигуатера — коварное заболевание. Можно смертельно отравиться рыбой, которая еще вчера была совершенно безвредна. Нередко рыбы, пойманные в один и тот же день у одних участков побережья, были вполне съедобны, а пойманные на соседних участках несли людям болезнь. Причину, почему мясо рыб становится ядовитым, установить до сих пор не удалось, но яд сумели выделить в чистом виде. Он представляет собой светло-желтое маслянистое вещество. Действие сигуатоксина напоминает картину отравления, вызванного «сонными рыбами» и отчасти фугу. Первыми симптомами служат покалывание, онемение языка и губ, металлический привкус и сухость во рту. Затем появляются тошнота и сильные боли в животе, в мышцах и суставах, нарушается коор-

динация движений и извращается температурная чувствительность. В тяжелых случаях возникают парезы и параличи, конвульсии, кома, а иногда и смерть. Отравления могут быть массовыми. Однажды сигуатера предотвратила сражение между английскими и французскими колонизаторами и помешала в тот период изменить судьбу колонии на острове Маврикий *.

Существуют и другие формы отравлений рыбами, ставшими временно ядовитыми. Пока неясна судьба самих рыб, и неизвестно, помогают ли токсины, накопившиеся в их теле, спасаться от врагов. Скорее всего пользы от владения сильнейшим химическим оружием рыбы не получают.

ДРУЗЬЯ И ВРАГИ

Нигде так часто не сталкиваешься с содружеством животных, как в океане. С ним встречаешься на каждом шагу. Наиболее характерный пример взаимопомощи дают раки-отшельники. У них принято обзаводиться личным телохранителем или многочисленной охраной. Обычно в этой роли выступают актинии. Взрослый рак-отшельник сам выбирает себе стражника, пересаживает на свою раковину и таскает вместе с домом в поисках пищи. От такого сожительства польза обоюдная: актиния защищает рака, а он, ползая по дну, создает для ее питания более благоприятные условия. Иногда вместе с отшельниками живет несколько актиний, при этом они умеют так рассесться на крыше хозяйского дома, чтобы не нарушить его равновесия. Раки дорожат своими сожителями и, «переезжая» в другой дом, переносят их на новую раковину. Рыбы, питающиеся раками, легко разделываются с отшельником, не имеющим телохранителя, но, познакомившись с совместной обороной «сожителей», больше не рискует нападать на тех, кто обзавелся персональной охраной.

Мутуализм предполагает взаимную заинтересованность сожителей, однако полного равенства в природе не бывает. Один из партнеров всегда получает от содружества больше пользы, чем другой. Для отшельников особенно удачно сожительство с адамасией. Постепенно

* В настоящее время Маврикий — независимое государство.

разрастаясь, подошва актинии в конце концов охватывает раковину и, продолжая расти вперед, козырьком нависает над входом в дом. Теперь быстрорастующему раку не приходится часто переезжать на новую квартиру. Для отшельника адамасия — отличный защитник, и все же он без нее жить может. Актинии, поселяющиеся на живых моллюсках, кажется, чувствуют там себя совсем неплохо, но способность размножаться приобретают, только живя в компании рака. Видимо, он выделяет какие-то вещества, необходимые для их развития.

У рака-отшельника бывает и второй сожитель — многощетинковый червь. Он живет в его раковине, выполняя работу уборщицы. Червь находит здесь убежище, да и с барского стола нет-нет и перепадет что-нибудь вкусненькое. Разумеется, червяк не ждет подачки. Когда рак обедает, он, улучив подходящий момент, крадет кусочек съестного. Рак собственного червяка не обижает, зато, найдя точно такого же где-нибудь под камнем или в пустой раковине, непременно съест. Когда отшельнику приходит срок менять свою раковину на более просторную, он не забудет перенести туда и червя.

Некоторые крабы предоставляют актинии жилье прямо на своей спине, а вот отшельник — диагон Эдварди — поселяет свою актинию на наружной поверхности левой клешни. В момент опасности он скрывается в раковине, из ее отверстия торчат только жгучие щупальца актинии. Крабики либия и полидектусы держат в обеих «руках» по небольшой актинии и благодаря особому устройству клешней не повреждают их. Со стороны такие крабики выглядят миниатюрными боксерами в больших перчатках, принявшими боевую позу. Их оружие весьма эффективно, но в повседневных делах приходится крабам обходиться без помощи клешней.

Мы привыкли к тому, что враги бывают крупнее и сильнее своих жертв. Не всегда так. Некоторые малыши, собравшись большой компанией, способны замучить любого великана. Пример тому серые киты. Исполины, странствуя по свету в больших стаях, легко заражают друг друга всевозможными паразитами и к зиме успевают настолько завшиветь (не удивляйтесь, среди паразитов есть и китовые вши), что им становится невтерпеж.

Китов истязает множество мучителей. Стада кито-

вых вшей — небольших рачков-бокоплавов бродят по волосатой морде зверя. Уцепившись задними грудными ножками за его кожу, особенно на губах и у полового отверстия, где наружные покровы потоньше и понежней, они без стеснения грызут беспомощного великана, выедая глубокие язвы. Морские желуди острыми краями раковин глубоко внедряются в кожу. Морские уточки не способны к ней прикрепиться и под фундамент для своего дома используют раковины морских желудей. Крупный, до 32 сантиметров, веслоногий рачок, по форме напоминающий червя, грызет живой пирог за троих. А в желудках поселяются отвратительные 40-метровые глисты. Паразитов так много, что, будь эти звери поменьше, их бы заживо съели. Из-за своих мучителей исполины и получили название серых китов. На самом деле кожа у них темная, но с годами покрывается бесчисленными светлыми отметинами — следами пребывания бессовестных дармоедов, и киты становятся серыми.

Бороться с надоедливой мелюзгой помогают маленькие рыбы-чистильщики. Живут они во всех тропических морях. В зоне Малых Антильских островов обитают бычки, губаны, рифовые окуни и толстогубы, питающиеся исключительно паразитами, поселившимися на теле крупных рыб. Жертвы наружных паразитов отлично знают, где можно пройти санобработку. Кефали, странствующие вдали от берегов, приплывают на приемные пункты чистильщиков целыми стаями. В подводных пещерах и гротах их ждут креветки. Рыбы подставляют им наиболее пораженные места, и, санитар, забравшись на клиента, приступает к санации.

Дезинсекторы редко остаются без работы. Если клиент не выражает желания воспользоваться гигиенической процедурой, чистильщик, чтобы привлечь его внимание, растопырив плавники, опуская и поднимая хвост, исполняет своеобразный танец. Перед радушным приглашением не может устоять ни одна рыба. Она замирает головой вниз, как кефаль, или, встав вертикально, как рыба-попугай, расправляет плавники, чтобы удобнее было ее обследовать, раскрывает рот, приподнимает жаберные крышки, и маленькие чистильщики безбоязненно устремляются к чудовищу в пасть, уверенные, что их не проглотят.

Когда клиент решит, что процедуру пора кончать, он

резко захлопывает рот, закрывает на несколько секунд жаберные щели, но затем вновь их открывает, и чистильщики спешат убраться восвояси. Затем он встряхивается, и работающие снаружи санитары заканчивают процедуру.

Между чистильщиком и клиентом — полное взаимопонимание. Склевывая с тела обслуживаемой рыбы паразитов, чистильщик то и дело касается ее своими плавниками. Клиент знает, где находится санитар, и старается создать ему для работы самые благоприятные условия. Темные единороги даже бледнеют, становясь светло-голубыми. На светлом фоне паразита заменить легче. Акул и скатов приходится обслуживать на ходу, замереть на месте они не могут. Санобработка производится у одиноко стоящих кустов коралла, вокруг которых так удобно медленно совершать круг за кругом.

От содружества чистильщиков с рыбами польза обоюдная. Санитары весь корм собирают на их телах, проделывая колоссальную работу. За шестичасовой рабочий день старательный санитар успевает обслужить более трехсот клиентов. Тропические рыбы без чистильщиков тоже обходиться не могут. Однажды на рифах у Багамских островов специально выловили всех санитаров. И что же? Большинство рыб покинуло этот риф, а у тех, что остались, на теле и плавниках вскоре появились раны, опухоли, пораженные грибками места. Чистильщики не только уничтожают паразитов, но и обрабатывают раны, удаляя отмирающие ткани.

Рыбы холодных и умеренных широт меньше страдают от паразитов. Здешние чистильщики не устраивают пунктов санобработки и, как некогда бродячие брадобреи, с бритвой и табуреткой рыскавшие в поисках клиентов по базарам Средней Азии, странствуют по океану, проделывая внушительную работу. Однажды подсмотрели, как юнкер-сандагери обработал за 15 минут 21 рыбу.

В океане, как нигде в мире, распространена манера жить крупными сообществами. В большие стаи объединяются креветки, кальмары, рыбы... Это помогает выжить. Хищник, столкнувшийся с огромной стаей анчоусов или креветок, в первый момент теряется, не может решить, кого съесть. Это дает время стае рассыпаться, набрать скорость и удрать. Хищнику иногда все же

удается поживиться, поймать больное или плохо развитое животное. В этом главное преимущество стайного образа жизни. Из стаи постоянно изымаются заболевшие и неполноценные члены. Это предохраняет от возникновения эпидемий и ставит барьер передаче по наследству врожденных дефектов развития и появлению в потомстве хилых животных.

От совместной жизни может быть прямой, непосредственный эффект. Собравшись вместе, даже слабые существа способны дать отпор опасным врагам. Расскажу о колючих лангустах, гигантских морских ракообразных, внешне похожих на увеличенную копию наших речных раков, только панцири их окрашены в бежевато-коричневые тона с черно-синей или фиолетово-красной отделкой и отсутствуют клешни, отличное приспособление для охоты и обороны. Вот почему, несмотря на значительные размеры — 50—75 сантиметров, несмотря на надежные рыцарские доспехи — прочный хитиновый панцирь и колючие выросты тела на голове и груди, лангусты беззащитны перед крупным врагом и вынуждены вести скрытый образ жизни, прячась среди скал и кораллов под камнями и в зарослях подводных растений, покидая укрытия только ночью и тщательно охраняя свои владения от вторжения других лангустов.

Колючие лангусты весь год живут нелюдимо в прибрежной полосе теплых морей. Но вот наступает зима, и однажды утром на песчаных отмелях все укрытия оказываются заполнены лангустами. Обычно такие необщительные, они спокойно лежат бок о бок в своих ставших тесными убежищах. Ночь от ночи лангустов становится все больше и больше, и в их среде растет беспокойство. Обычно осторожные, они теперь начинают даже днем покидать свои убежища.

Огромные морские рыбы пользуются моментом и стаями нападают на гигантских раков. Сразу расправиться с лангустом трудно, рак норовит повернуться колючками рострума навстречу врагу. Нападать на него спереди опасно, и рыбы сначала откусывают глаза, сидящие, как у всех высших ракообразных, на конце длинных стебельков, а уж потом набрасываются на ставшего беспомощным гиганта. В этот период много лангустов погибает в зубах прожорливых рыб.

Возбуждение среди лангустов продолжает нарастать,

а когда наконец разражается первый зимний ураган, животные покидают укрытия и уходят в глубь океана, выстраиваясь в цепочки у порога своих убежищ. Непонятно, как животные сговариваются между собою. Обычно кто-то из наиболее активных животных, выбрав такого же активного товарища, вдруг кладет свои длинные усы ему на спину, и, опершись на него передней лапой, пускается за ним в путь, ни на шаг от него не отставая. В свою очередь, ему на спину опускает усы третий лангуст.

Вожак не дожидается, пока к нему присоединятся другие товарищи, а сразу же пускается в путь. Спутники появятся позже. Когда процессия проходит мимо соседних укрытий, из них выбегают новые лангусты, и цепочка постепенно растет. При встрече двух небольших цепочек они немедленно сливаются в одну. На ходу животные оставляют пахучие следы, и если очередная колонна натыкается на свежий след своих товарищей, она меняет маршрут и пускается за ними вдогонку. Даже в наши дни, когда запасы промысловых животных в океане повсеместно скудеют, встречаются цепочки из 200 дружно шагающих животных.

Ничто не может остановить начавшееся шествие. Ритмично переставляя ноги, поворачивая на длинных стебельках вишенки глаз, движется колонна закованных в броню животных, как загадочное многоглазое чудовище. Недаром колючие лангусты носят латинское название аргусов. Такое имя носил мифический стоглазый великан, которого греческие боги любили использовать как надежного сторожа, так как у него никогда не спали все глаза сразу. Колонны морских раков движутся неторопливо, со скоростью 1 километр в час. За сутки, изредка делая короткие остановки для отдыха, животные проходят по морскому дну около 12 километров.

В первые часы шествия в колоннах еще слаба дисциплина. Цепочки время от времени рвутся и распадаются. Но вот преодолены первые 1—2 километра, и дисциплина окрепла. Теперь лангусты все реже делают попытку покинуть место в строю, а если дезертир все же найдется, его сотоварищи не допустят нарушения дисциплины. Он будет возвращен на свое место принудительно. Об этом позаботится лангуст, идущий сзади. Особенно внимательно следит за порядком рак, замы-

кающий колону. Он яростно набрасывается на каждого, кто попытается нарушить дисциплину.

Чем дальше колонна отходит от места сбора, тем случаев нарушения дисциплины становится меньше. Осторожные и робкие в обычное время, лангусты теперь не знают страха. Если врага нельзя обойти стороной, они принимают бой и готовы пойти на таран. Когда на колонну сверху нападает стая крупных рыб, цепочка лангустов свертывается в плотную спираль, и лес усов и острых кончиков ростров устремляется вверх. Если враг оказывается сбоку, цепочка разворачивается фронтом в сторону опасности, превращаясь в ощетинившуюся рострами шеренгу. Ни один лангуст не позволит себе покинуть место в строю, а если будет выбит оттуда врагом, теряет голову и как безумный вертится на месте, стараясь понять, куда делась его колонна, и когда определит ее местоположение, бросается вдогонку.

А колонны между тем идут и идут. Когда предводитель устает, его место занимает следующий лангуст. Несколько суток продолжается торжественное шествие, пока последняя цепочка не скрывается в пучине океана. Никто не знает, зачем они туда направляются, но совершенно очевидно, что переход в океанскую бездну можно осуществить только сообща. В одиночку противостоять бесчисленным врагам лангусты не в состоянии.

Некоторые животные пользуются чужим оружием. В царстве Посейдона популярны «реактивные» батареи стрекательных клеток гидроидов. Присвоить их совсем не трудно. Ученые давно заметили, что если с помощью особых химических веществ понизить возбудимость тканей животного, то стрекательные клетки удается извлечь из его тела, и они при этом не выстрелят. Этим пользуются плоские черви и голожаберные моллюски.

Использовать заимствованное оружие моллюскам помогает... печень. Это крупный орган, состоящий из трех долей, протоки которых, соединившись вместе, впадают в желудок. От крупных долек отделяются мелкие, входят в особые выросты на спине животного и на их вершинах выглядывают наружу. У эолис спинные выросты так густо покрывают тело, что моллюск напоминает ежа. Именно здесь, в выростах печени, находятся многочисленные стрекательные капсулы, взятые моллюском напрокат у поедаемых им гидроидных полипов. Интерес-

но, что эолис ест полипов не для того, чтобы насытиться, а для пополнения запасов стрекательных клеток. В пищеварительном тракте незрелые стрекательные капсулы не перевариваются и из желудка поступают в печень, не теряя способности выстреливать своим ядовитым гарпуном при малейшем прикосновении к телу нового хозяина. Так оружие жертвы переходит в собственного победителя.

Новые владельцы оружия используют лишь самые лучшие его образцы. Плоские черви микростомумы переваривают все типы стрекательных капсул, кроме самых крупных. Голожаберные моллюски, нападающие на гидроидных полипов пеннарий, оставляют для использования лишь самые дальнобойные, обладающие наибольшей убойной силой. Незрелые стрекательные капсулы, развиваясь в тканях печени нового хозяина, постепенно теряют по отношению к нему свою реактивность, и исходящие от него воздействия теперь не вызывают выстрела. Зоологи этот вид оружия называют клептокнидами, то есть «украденными стрекательными капсулами».

От использования помощи соседей всего один шаг к переходу на их полное иждивение, то есть к паразитизму. С этим отвратительным явлением в океане сталкиваешься повсюду. Приведу здесь лишь два примера отнюдь не самых удивительных форм паразитизма. Героями этих историй будут усоногие раки, к которым относятся морские желуди и морские уточки.

Одна группа паразитов объединена в подотряд корнеголовых ракообразных. Эти нахлебники еще меньше напоминают типичных ракообразных, чем их упомянутые выше родственники. Корнеголовые паразитируют на крабах, раках-отшельниках и креветках. Внешне паразит напоминает небольшой мешочек, болтающийся на теле хозяина, чаще всего на его брюшной стороне. Это наружная часть паразита. Внутрь уходят густо ветвящиеся корнеобразные выросты, которые проникают в конечности, во все выросты тела, густо оплетают все органы, но не повреждают их. Корни выполняют свое прямое назначение — сосут соки хозяина. Ни кишечника, ни органов выделения в мешочке нет. Нет никаких конечностей или органов чувств. Взрослым паразитам они не нужны. В мешочке находятся только яичники и семенники.

Вылупившиеся из яиц личинки не имеют кишечника и самостоятельно питаться не могут. Они довольствуются запасами, извлеченными из яйца, а потому ограничены во времени. Отыскав будущего хозяина и прикрепившись к его телу, голова паразита отбрасывает брюшко и грудной отдел, освобождается от раковины, от мантии и глаз и превращается в крохотный мешочек. Из него вырастает специальный отросток, проникает в тело хозяина, и содержимое мешочка «переливается» внутрь жертвы.

Несколько месяцев корнеголовый рак растет в теле хозяина, создавая свою корневую систему, затем на ее конце образуется мешочек с яичниками и семенниками, прорывающий покровы тела и некоторое время продолжающий расти снаружи. Паразит не убивает хозяина, зато истощает, а главное — делает его неспособным к размножению. Зараженное животное лишено возможности бороться с нахлебником. Даже когда хозяин линяет, сбрасывая панцирь вместе с наружными частями паразита, его утраченные части быстро регенерируют.

Второй отряд — мешкогрудые ракообразные, обнаруживающие склонность к внутреннему паразитизму как более надежному способу существования и демонстрирующие широкий диапазон профессионального совершенства. Те из них, кто ведет на кораллах жизнь наружных паразитов, внешне напоминают типичных ракообразных. Чем более квалифицированным паразитом является рачок, тем меньше заметна сегментация тела, полнее редуцированы ножки и все значительнее роль мантии, спускающейся от головы и покрывающей тело или разрастающейся в огромный, странно устроенный орган. Из-за этой мантии типичные паразиты вообще ни на кого не похожи. Когда их впервые обнаружили, то долго не могли решить, к какому типу животных следует отнести эти странные создания.

Один из таких уникумов получил название дендрогастера, что в переводе с латыни означает древообразный желудок. От небольшой непарной части этого таинственного существа отходят два более или менее симметричных, сильно ветвящихся отростка мантии, которые и дали повод для такого названия. Центральная, непарная часть является телом рачка, а ветвистые отростки — чудовищно разросшейся мантией. Шевеля

ими, молодые самки медленно ползают в полости тела своего хозяина в поисках наиболее уютного уголка. Позже паразит теряет подвижность.

Так выглядят самки дендрогастеров, поселяющиеся в полости морских звезд. Самцы значительно меньше, сохраняют сегментацию тела и плавательные ножки, то есть обнаруживают известное сходство с ракообразными, которое сильно нарушают два длинных выроста тела, где находятся семенники и ветви кишечника. В самом теле места для них не нашлось.

Самцы тоже ведут паразитический образ жизни, только хозяином для них служат не морская звезда, а самка, в выростах тела которой они и поселяются. Таким образом представители сильного пола являются сверхпаразитами, то есть паразитами паразитов. Обычно при одной самке коротают жизнь несколько самцов, что гарантирует появление потомства. Их личинки, возмужав, отправляются странствовать по белому свету в поисках подходящего хозяина.

Интересно, что в этот момент еще окончательно не решено, какого пола будущий паразит. Станет рачок самкой или самцом, зависит только от условий существования. Если его жертва стерильна, то есть не заражена рачками того же вида, личинка-отшельница превращается в самку. Когда же она попадает на уже обжитого хозяина, на котором паразитирует кто-то из ее соплеменников, читатель понимает, что им может быть только самка, личинка превращается в самца. Эти особенности полового развития обеспечивают продолжение рода мешкогрудых. Если бы пол был предопределен заранее, на одних хозяевах могли бы оказаться только самки, а на других лишь самцы, а от таких однополых компаний потомства ожидать не приходится.

Итак, жизнь в океане развивается по тем же законам, как и в любом другом уголке планеты. У каждого жителя подводного мира немало врагов. Некоторые подданные Посейдона крепко дружат, помогая друг другу по мере своих сил и возможностей. Другие пользуются помощью соседей, ничего не давая им взамен. Наконец, здесь немало и откровенных нахлебников, нещадно эксплуатирующих других животных, словно в насмешку называемых «хозяевами» паразита, которых он нередко доводит до гибели.

СОДЕРЖАНИЕ

Сергеев Б. Ф.

С 32 Жизнь океанских глубин / Худож. К. Мошкин. — М.: Мол. гвардия, 1990. — 301[3] с., ил. — (Эврика).

ISBN 5-235-00811-1

Живо и увлекательно рассказывает автор о жизни океанских глубин, о влиянии человека на природу, об изменениях, происходящих при освоении морской добычи полезных ископаемых, широко используя при этом данные новой науки — экологической физиологии.

С $\frac{1901000000-239}{078(02)-90}$ 243—90

ББК 28.082

ИБ № 6368

Сергеев Борис Федорович

ЖИЗНЬ ОКЕАНСКИХ ГЛУБИН

Заведующий редакцией **В. Щербаков**
Редактор **Л. Антонюк**
Художественный редактор **Т. Войткевич**
Технический редактор **З. Ахметова**
Корректоры **Н. Самойлова, Е. Самолетова**

Сдано в набор 27.02.90. Подписано в печать 22.08.90. Формат 84×108 1/32. Бумага кн.-журн. имп. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 15,96. Усл. кр.-отт. 16,38. Учетно-изд. л. 16,3. Тираж 100 000 экз. Цена 1 р. 50 к. Заказ 1052.

Типография ордена Трудового Красного Знамени издательско-полиграфического объединения ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Адрес ИПО: 103030, Москва, Сущевская, 21.

ISBN 5-235-00811-1

Эврика



БОРИС ФЕДОРОВИЧ СЕРГЕЕВ

Доктор биологических наук Борис Федорович Сергеев — интересный ученый, занимающийся широким кругом проблем эволюционной физиологии. Результаты исследований, научные наблюдения и открытия ни в коем случае не должны оставаться достоянием одних ученых. Каждому человеку необходимо знать возможно больше об окружающем нас мире. Вот почему в серии «Эврика» вышли книги Бориса Федоровича Сергеева, рассказывающие об успехах физиологии: «Занимательная физиология», «Тайны памяти», «Ум хорошо», «Жизнь лесных дебрей».
Новая книга знакомит читателя с достижениями экологической физиологии.

1 р. 50 к.

МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ